UNIVERSIDAD CENTRAL DE NICARAGUA

"Agnitio Ad Verum Ducit"

Actividad garrapaticida y pulguicida de loción de *Rosmarinus officinalis* L. e *Illicium verum* en caninos, Universidad Central de Nicaragua, Jinotepe, 2026

Lic. Alex Modesto Saldaña Romero

MSc. Débora Rebeca Hernández Flores

Lic. Rebeca del Carmen Molina Hernández

Instituciones: Universidad Central de Nicaragua

Jinotepe Carazo, Nicaragua

Agosto, 2026

Índice

Índice de Tablas 6

Índice de Figuras 7

Resumen 8

Introducción 9

Antecedentes y contexto del problema 9

Antecedentes 9

Antecedentes Regionales. 12

Contexto del Problema 15

Objetivos 18

Objetivo General 18

Objetivos Específicos 18

Pregunta de investigación 19

Justificación 19

Limitaciones 21

Tamaño y Representatividad de la Muestra 21

Condiciones Ambientales no Controladas 22

Hipótesis 22

Hipótesis de investigación general (H_1) 22

Hipótesis nula general (H_0) 22

Hipótesis específicas 22

Variables 23

Variable Independiente 23

Variable Dependiente 24

Marco contextual de la investigación 24

Marco Histórico 24

Marco Legal 25
Marco Institucional 27
Marco Cultural 28
Marco Teórico 30
Estado del Arte 30
Teorías y conceptos asumidos 32
Teorías relacionadas con la ectoparasitosis en animales 32
Productos Ectoparasiticidas 34
Efectos adversos de ectoparasiticidas químicos 35
Síntomas de intoxicación por aceites esenciales 35
Problemática de Plagas y Enfermedades 36
Fitoterapia veterinaria 36
Actividad ectoparasiticida de Rosmarinus officinalis 37
Actividad pulguicida de Illicium verum. 38
Justificación de la combinación 38
Técnica del peinado para extracción de pulgas 38
Criterios de Eficacia en el Efecto Acaricida 39
Selección de Animales para Estudios de Eficacia 41
Métodos 44
Enfoque de la investigación 44
Alcance de la Investigación 44
Diseño de la Investigación 44
Población y Muestra 45
Población 45
Muestra 45
Muestreo 45

Técnicas e instrumentos de recolección de datos utilizados 47
Técnica de Observación Clínica 48
Instrumento para la Recolección de Datos 49
Equipos Utilizados Durante el Desarrollo del Estudio. 50
Técnicas para la Aplicación de Productos 50
Confiabilidad y Validez de los Instrumentos (formulación y validación) 52
Validez 52
Confiabilidad 53
Procedimientos para el Procesamiento y Análisis de Datos 53
Procedimientos para el Procesamiento de Datos. 53
Análisis de Datos 54
Dinámica de Mortalidad Directa Acumulada 60
Resultados 61
Características Demográficas de la Muestra en Estudio 61
Actividad Pulguicida de las Lociones 64
Mortalidad Inducida por las Lociones 66
Eficacia Pulguicida 68
Comparación de Eficacia Pulguicida entre las Lociones 72
Actividad Garrapaticida de las lociones 76
Análisis de Supuestos Paramétricos 76
Mortalidad de garrapatas 79
Dinámica de Desprendimiento y Eficacia Temprana 81
Reacciones Adversas 86
Contraste de Hipótesis 86
Conclusiones 89
Recomendaciones 90

Referencias 91

Apéndices y anexos 98

Tabla A1. Operacionalización de variables 98

Tabla A2. Matriz de revisión de literatura 100

Tabla A3. Matriz de consistencia 103

Anexo B1. Mortalidad acumulada de garrapatas remanentes 105

Anexo B2. Materia prima de las especies vegetales usadas en las formulaciones 106

Anexo B3. Aplicación de las especies vegetales y producto control en caninos 107

Índice de Tablas

Tabla 1. *Parámetro de efecto acaricida en garrapatas* 39

Tabla 2. *Caracterización demográfica de la muestra canina según edad y sexo* 61

Tabla 3. *Caracterización de la muestra canina según peso corporal y sexo* 62

Tabla 4. *Caracterización de la muestra canina según raza y sexo* 63

Tabla 5. *Eficacia pulguicida medida en conteo de pulgas vivas según formulación y período de exposición* 64

Tabla 6. *Media geométrica del conteo de pulgas vivas según vehículo de la formulación fitofarmacéutica y tiempo de exposición* 68

Tabla 7. *Prueba de Kruskal-Wallis para la comparación del conteo de pulgas vivas entre grupos de tratamiento según período de exposición* 72

Tabla 8. *Prueba Post Hoc de Dunn con Corrección de Bonferroni para la comparación pareada del conteo de pulgas vivas entre tratamientos* 74

Tabla 9 . *Estadística descriptiva del conteo de garrapatas vivas remanentes en función del tiempo de exposición* 76

Índice de Figuras

Figura 1. *Porcentaje de mortalidad de pulgas según tipo de formulación y período de exposición* 66

Figura 2. *Eficacia ectoparasiticida corregida según la fórmula de Abbott para lociones fitofarmacéuticas en función del tiempo* 69

Figura 3. *Índice de eficacia relativa (IER) de las formulaciones fitofarmacéuticas en comparación con el* control positivo fipronil..... 70

Figura 4 . *Porcentaje de mortalidad acumulada de garrapatas, según la formulación y el tiempo de exposición*..... 79

Figura 5. *Evolución de la eficacia acaricida ajustada según la fórmula de Abbott en el control de garrapatas remanentes (R. sanguineus)*..... 84

Figura 6. *Evolución de la Eficacia Relativa de las Lociones Herbales en Comparación con el Fipronil para el Control de Garrapatas Remanentes* 85

Figura 7 . *Hojas secas de romero, R. officinales usado en las lociones* 106

Figura 8. *Flores de anís estrellado Illiciun verum usado en las formulaciones* 106

Figura 9. *Mezclas de ambos vegetales para las lociones* 106

Figura 10. *Preparación de extractos usados en las lociones*..... 106

Figura 11. *Fipronil producto control* 107

Figura 12. *Productos naturales a base de romero y anís*..... 107

Resumen

Introducción: las infestaciones por *Ctenocephalides felis*[1] y *Rhipicephalus sanguineus*[2] representan un reto veterinario y de salud pública. Este estudio evaluó la actividad pulguicida, garrapaticida e inocuidad de una loción tópica al 8 % de extractos de *Rosmarinus officinalis* L.[3] e *Illicium verum* L.[4] en vehículos de oliva y palma.

Métodos: se ejecutó un ensayo cuasiexperimental de corte longitudinal en 40 caninos de la UCN-Jinotepe (2026) divididos en cuatro grupos: formulación en aceite de oliva, formulación en aceite de palma, control negativo (aceite de palma) y control positivo (fipronil). Se midieron la mortalidad y eficacia ajustada (fórmula de Abbott e IER) a los 30 min, 90 min y 48 h; se aplicaron pruebas de Kruskal-Wallis y ANOVA de un factor ($\alpha = 0.05$). La inocuidad se valoró mediante constantes fisiológicas.

Resultados: a las 48 h, la loción en aceite de oliva alcanzó una mortalidad del 94.4 % en pulgas y 91.0 % en garrapatas, mostró así una eficacia de Abbott del 94.4 % (IER = 101 %) en *C. felis* y del 89.5 % (IER = 89.5 %) en *R. sanguineus*. La matriz en aceite de palma fue significativamente menos efectiva (mortalidad del 72.0 % en pulgas y 74.0 % en garrapatas). No se registraron eritemas ni efectos adversos sistémicos ($p > 0.05$).

Conclusiones: la mayor fluidez y contenido de ácido oleico en la matriz de oliva facilitaron la penetración cuticular y volatilización de los monoterpenos frente a la retención mecánica del aceite de palma saturado. Se concluye que la formulación en aceite de oliva es un bioinsecticida eficaz, seguro y biofarmacéuticamente prometedor.

Palabras clave: *Ctenocephalides felis;* ectoparasiticidas botánicos; *Illicium verum* L.; *Rhipicephalus sanguineus; Rosmarinus officinalis* L.

[1] **Nombre común:** pulga del gato / pulga canina. Familia: Pulicidae
[2] **Nombre común:** Garrapata marrón del perro. Familia: Ixodidae
[3] **Nombre común:** romero. Familia botánica: Lamiaceae.
[4] **Nombre común:** anís estrellado. Familia botánica: Schisandraceae.

Introducción

Antecedentes y contexto del problema

Antecedentes

Las infestaciones por pulgas y garrapatas representan un desafío constante en la medicina veterinaria, pues afectan tanto a los profesionales como a los dueños de mascotas. A pesar de la variedad de productos químicos disponibles, su uso a menudo se ve limitado por la baja eficacia o la potencial toxicidad a corto y largo plazo. Este estudio propone una alternativa natural y amigable mediante la evaluación de especies vegetales como el anís y el romero, conocidas por sus propiedades garrapaticidas y pulguicidas, con el objetivo de ofrecer una solución segura y eficaz.

En los siguientes apartados, se presentan los antecedentes científicos relevantes, organizados de manera cronológica y geográfica. Esta sección aborda el estudio en torno a las siguientes variables: el uso de bioinsecticidas para el control de pulgas y garrapatas, la eficacia de especies vegetales como el anís y el romero, y la aplicación de preparaciones de uso tópico (jabones, lociones, champús) en esta misma actividad.

Antecedentes Internacionales. En el ámbito internacional, Attia et al. (2022) desarrollaron en Egipto un estudio experimental para evaluar la actividad antiparasitaria *in vitro* e *in vivo* del extracto de anís estrellado (*I. verum*) contra el ectoparásito *Lernaea cyprinacea* en ejemplares de *Carassius auratus*. Metodológicamente, se determinó la concentración letal media (CL_{50}) y se analizaron las alteraciones ultramorfológicas en los parásitos adultos mediante microscopía electrónica de barrido (MEB).

Los resultados demostraron una potente acción antiparasitaria con una CL_{50} de 12.5 $\mu g \cdot mL^{-1}$ a las dos horas de exposición. El análisis por MEB reveló un colapso estructural severo

en el parásito, caracterizado por arrugamiento, formación de pliegues longitudinales y destrucción de la cutícula protectora.

El antecedente antes descrito, provee el sustento farmacodinámico *in vivo* al demostrar que el extracto de *I. verum* destruye la cutícula del ectoparásito, lo que justifica la eficacia garrapaticida y pulguicida de la loción de *R. officinalis* L. e *Illicium verum* en caninos de la UCN-Jinotepe. Esta evidencia sirve de parámetro cuantitativo para evaluar la velocidad de derribo (*knockdown*) y la penetración tópica del fitocompuesto sobre la piel mamífera, correlacionando el daño tegumentario con la mortalidad parasitaria observada longitudinalmente.

En el contexto brasileño, Freitas (2022) evaluó mediante un diseño experimental *in vitro* la eficacia pulguicida y la residualidad del aceite esencial de frutos de anís estrellado (*I. verum*) frente a *Ctenocephalides felis felis*. La caracterización fitoquímica mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (CG-EM) identificó al (*E*)-anetol como el principio activo mayoritario (79.96 %).

Tras la impregnación del aceite en papel filtro a distintas concentraciones, los resultados mostraron una eficacia del 100 % a 800 $\mu g \cdot cm^{-2}$ y un efecto residual significativo de hasta 18 días con reemplazo diario de parásitos. El hallazgo de Freitas (2022) constituye el fundamento farmacodinámico y la prueba de concepto *in vitro* para la presente investigación; por lo que el presente estudio actual transiciona hacia la fase clínica experimental *in vivo*.

Entre tanto, otro estudio en África, titulado: Un enfoque comunitario de patógenos y sus vectores artrópodos (garrapatas y pulgas) en perros del África subsahariana, en el cual se pretendió realizar un estudio de vigilancia estandarizado en varios países del continente. Para alcanzar este objetivo desarrollaron una metodología basada en la evaluación de la variación macrogeográfica de las comunidades de ectoparásitos (garrapatas y pulgas) y patógenos en perros mediante un cribado molecular de aproximadamente 100 perros infestados.

Este estudio se desarrolló en seis países (Ghana, Kenia, Nigeria, Tanzania, Uganda y Namibia), en zonas rurales y urbanas; se consideraron en él los factores de riesgo intrínsecos y extrínsecos más importantes dentro de la subpoblación de perros infestados. Los resultados indican que no hubo una diferencia consistente entre África oriental y occidental en términos de diversidad y número de garrapatas.

Los números más altos y más bajos de garrapatas se encontraron en Nigeria y Namibia, respectivamente; con mayor frecuencia, se identificó una mayor diversidad de garrapatas en hábitats rurales y se observaron altos niveles de coparasitismo en todos los países y hábitats. (Heylen et al., 2021)

Este antecedente, es relevante para el presente estudio al resaltar la complejidad y la alta prevalencia de infestaciones de ectoparásitos en perros, tanto en entornos rurales como urbanos; además, establece la necesidad global de desarrollar estrategias de control efectivas. Mientras que el estudio africano se enfoca en la vigilancia epidemiológica para identificar las especies de pulgas y garrapatas y sus patógenos, este estudio se alinea con la búsqueda de soluciones prácticas y amigables como alternativa ante la alta prevalencia de infestaciones documentada en diversas regiones del mundo.

Por su parte, en Brasil, el estudio realizado por de Carvalho (2020) evaluó el efecto citotóxico y acaricida *in vitro* de aceites esenciales frente a *Rhipicephalus microplus*. Metodológicamente, se utilizó un vehículo de agua destilada con 3 % de Tween 80 para dispersar concentraciones de 1.25 a 20.0mg/mL de los activos de *I. verum*, *Cymbopogon citratus* y *Azadirachta indica*. Mediante el ensayo de viabilidad celular con resazurina por fluorometría y la prueba de paquetes de larvas. Se determinó que *Illicium verum* presentó la mayor eficacia, puesto que se evidenció una reducción de la viabilidad de hemocitos del 23 % y una mortalidad larvaria del 99.3 % a 20 mg/mL tras 24 horas de exposición.

Este antecedente, constituye un pilar de seguridad citotóxica y potencia acaricida que fundamenta la transición al modelo *in vivo* en la UCN-Jinotepe. La alta mortalidad larvaria registrada de *I. verum* sostiene la hipótesis de que la loción de *R. officinalis* L. e *Illicium verum* interrumpirá el ciclo biológico de *Rhipicephalus* spp. en los caninos evaluados. Asimismo, la moderada reducción de viabilidad celular, sirve como umbral toxicológico para justificar la evaluación sistemática de la inocuidad cutánea en los perros y garantizar la eliminación del ectoparásito sin causar eritema ni edema.

Antecedentes Regionales. El estudio desarrollado en Ecuador, denominado estudio bibliométrico: uso de bioinsecticidas para el control de organismos plaga en América Latina, tuvo la finalidad de evaluar la producción científica sobre el uso de bioinsecticidas para el control de organismos plaga. Para ello realizaron un análisis bibliográfico de fuentes, con el descriptor bioinsecticida en inglés, portugués y español, publicadas desde 2012 hasta 2022.

Los resultados indican que, en orden ascendente con publicaciones sobre el tema, son Brasil con 42% y México con 18%. Asimismo, se encontró que el 42% de bioinsecticidas usados como agroquímicos sostenibles provienen de extractos de naturaleza vegetal a base de semillas, hojas y frutos de *Nicotiana tabacum*, *Pimenta dioica* L., *Origanum vulgare*, *Azadirachta indica*, *Capsicum baccatum* L., *Piper nigrum*, que presentaron en organismos plagas como *Boophilus microplus*, *Diaphorina citri*, *Perkinsiella saccharicida, Spodoptera exigua, Spodoptera frugiperda, Neoseiulus baraki, Aphis cytisorum, Ctenocephalides canis.* (Borbor Domínguez, 2022)

Este estudio se alinea con la investigación actual sobre el control de ectoparásitos, pues la revisión de la literatura desarrollada en este primer antecedente, ha demostrado que una amplia variedad de especies vegetales se utiliza exitosamente como bioinsecticidas para combatir plagas como pulgas y garrapatas. Por lo tanto, el uso de anís y romero en esta investigación no solo

confirma la tendencia a las alternativas naturales, sino que también contribuye al creciente campo de los bioplaguicidas.

En otro contexto, en Ecuador, la investigación titulada Evaluación de la eficacia *in vitro* del aceite esencial de romero (*R. officinalis*) como control natural de pulgas en caninos domésticos (*Canis lupus familiaris*) buscó evaluar la eficacia in vitro del aceite esencial de romero como control natural de pulgas en caninos domésticos. La metodología empleada fue el estudio experimental *in vitro*, para lo cual se colectaron 90 pulgas mediante la técnica de peine fino, las cuales fueron sometidas a diferentes tratamientos de romero (1%, 2%, 4%, 8%), además de testigo positivo (fipronil) y negativo (agua destilada).

Las pulgas fueron identificadas como *Ctenocephalides felis*, basándose en las características morfológicas de la cabeza y antenas. Los resultados del estudio indican que la tasa de mortalidad se incrementó con el aumento de la concentración. La mayor tasa de mortalidad se obtuvo cuando se usó aceite esencial de romero a una concentración de 8%, alcanzando un 50% después de 1 hora de aplicación y luego de las 24 y 48 h, la mortalidad alcanzó el 100%. (Aguilar Zapata , 2024)

La investigación actual tiene una estrecha relación con el estudio realizado en Ecuador, ya que ambos se centran en evaluar la actividad ectoparasiticida de extractos vegetales en caninos. Mientras que el estudio en mención, se enfocó en la eficacia *in vitro* del aceite esencial de romero contra pulgas, esta investigación va un paso más allá al combinar el anís con el romero y evaluar su efecto en una preparación tópica (loción), lo que simula de mejor manera su aplicación en un entorno real.

En el mismo contexto ecuatoriano, se desarrolló la investigación titulada estudio de factibilidad para la producción de jabón antipulgas destinado a mascotas, con el uso de romero en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua. Esta tuvo como objetivo determinar la

factibilidad del jabón antipulgas a base de romero; para ello, se estableció una muestra basada en el número de hogares en la ciudad de Ambato, para obtener la oferta y demanda de productos de aseo para mascota.

También se hizo un estudio técnico para la determinación de la localización, así como un proceso de identificación y extracción etanólica de romero, para la elaboración del jabón antipulgas. Finalmente, un análisis económico-financiero, el cual demostró que la propuesta es posible y sustentable. (Vargas Gaibor , 2022)

Por tanto, la investigación actual tiene una relación indirecta con el estudio de factibilidad del jabón antipulgas en Ecuador. Mientras que el antecedente se centra en la viabilidad comercial y económica de un producto a base de romero en presentación de jabón, este estudio se enfoca en la eficacia científica de una preparación específica, loción de romero y anís para el control de pulgas y garrapatas.

Antecedentes Nacionales. En Nicaragua, el uso científico de especies vegetales para el control de ectoparásitos en caninos es limitado, por lo que no se han encontrado a la fecha antecedentes nacionales sobre la potencialización de las plantas de romero y anís como garrapaticidas y pulguicidas. Sin embargo, se localizó un estudio titulado Comunicación breve: Evaluación in vitro de la resistencia de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* a tres ixoidicidas de amplio uso.

Este estudio persiguió evaluar la resistencia de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* frente a tres ixoidicidas ampliamente utilizados en Nicaragua: cumafós, amitraz y cipermetrina, aplicados en las concentraciones indicadas por el fabricante. La metodología usada se basó en la aplicación de las técnicas de Prueba de Inmersión de Adultos y Prueba de Paquete Larval, para lo cual se recolectaron garrapatas en granjas del occidente de Nicaragua.

Los resultados muestran que el cumafós presenta un mayor porcentaje de inhibición de la oviposición, del 86%, mientras que la cipermetrina solo demostró una oviposición del 12,9%. La mortalidad en adultos tratados con cumafós fue del 97,72%, y en aquellos tratados con amitraz fue del 48,8%, mientras que la cipermetrina solo presentó una mortalidad del 14,71%. (Espinoza et al., 2022)

La investigación actual aborda un vacío en la literatura nicaragüense, donde el uso científico de especies vegetales para el control de ectoparásitos en caninos es limitado. Si bien el antecedente local demuestra una resistencia a los ixoidicidas químicos convencionales (cumafós, amitraz y cipermetrina), este estudio ofrece una alternativa innovadora al centrarse en la eficacia de las plantas de romero y anís. De esta manera, el presente estudio no solo responde a un problema de salud animal presente en el país, sino que también contribuye con un enfoque biológico y sostenible que no ha sido explorado previamente en Nicaragua.

Contexto del Problema

La infestación por pulgas y garrapatas ha sido objeto de múltiples investigaciones en los últimos años, ya que representa uno de los principales desafíos en el campo de la medicina veterinaria preventiva. La importancia de abordar esta problemática radica en la necesidad de comprender su prevalencia, los factores de riesgo asociados y la eficacia de las estrategias de control, con el propósito de reducir su impacto en la calidad de vida de los animales y en la relación humano-animal.

Desde una perspectiva global, la infestación por pulgas y garrapatas en mascotas representa un desafío importante para la salud animal y la prevención veterinaria. Según Merck Animal Health (2025), a nivel internacional, el 51 % de los propietarios de perros y el 62 % de los de gatos han enfrentado problemas relacionados con estos ectoparásitos, en una encuesta realizada en 15 países, incluyendo Brasil y Estados Unidos. Esto evidencia que, a pesar de los

avances en productos preventivos y educación al propietario, la exposición a pulgas y garrapatas sigue siendo frecuente.

En particular, en Estados Unidos, el 51 % de los dueños de perros y el 49 % de los de gatos olvidaron administrar el tratamiento preventivo en el último año, según una muestra de 427 propietarios y 42 veterinarios según Merck Animal Health (2025). Esta situación revela la necesidad de reforzar la educación sobre la importancia de la prevención continua y de implementar estrategias más efectivas que aseguren la administración regular de los tratamientos, dado que las interrupciones en la prevención aumentan significativamente el riesgo de infestaciones y de transmisión de enfermedades asociadas a estos parásitos.

Asimismo, en Europa, para Pereira y otros (2025), la infestación por pulgas en mascotas es un problema relevante para la salud animal. Esto es porque, según un estudio realizado en Portugal, en donde se examinaron 1.052 perros y 1.039 gatos, se determinó una prevalencia de infestación por pulgas del 33,6 % en perros y del 36,5 % en gatos, es decir, un tercio de las mascotas se ve afectado por estos ectoparásitos. La especie predominante fue *Ctenocephalides felis*, responsable del 85,7 % de las infestaciones en perros y del 98,8 % en gatos, lo que resalta su importancia como vector principal en la transmisión de enfermedades asociadas.

Según el informe de Health for Animals (2024), la prevalencia de parásitos en mascotas varía significativamente según la región geográfica. En América del Norte y Europa, se observa una alta prevalencia de pulgas en perros y gatos, con cifras que oscilan entre el 30 % y el 60 % en algunas áreas urbanas. En Asia y América Latina, la prevalencia varía, pero en algunas regiones rurales puede superar el 50 %. En cuanto a las garrapatas, en América del Norte se reporta una prevalencia significativa en perros, especialmente en áreas boscosas y rurales. En Europa del Este y América Latina, las tasas de infestación pueden superar el 40 %.

Por otro lado, en Nicaragua, un estudio realizado en la ciudad de Somoto, departamento de Madriz, identificó la presencia de garrapatas (*Rhipicephalus sanguineus*) infectadas con *Ehrlichia spp*. en perros mayores de un año, lo que indica una posible alta carga parasitaria en la población canina urbana, según Castellón y Somarriba, (2023). Aunque este estudio se centró en garrapatas y hemoparásitos, su hallazgo sugiere que pulgas y otras especies de ectoparásitos pueden estar igualmente presentes en la población canina del país.

En el contexto local de la Universidad Central de Nicaragua, sede Jinotepe, durante julio de 2025, se realizó una jornada gratuita de atención clínica veterinaria, en la que se atendieron un total de 116 animales. De estos, 50 eran perros, y se observó que el 100 % presentaba infestación por pulgas. Además, aproximadamente el 40 % de los caninos tenían garrapatas. Esto evidencia la notable presencia de ectoparásitos en animales domésticos de la región, lo que subraya la necesidad de implementar programas de control y prevención de infestaciones, así como el desarrollo de iniciativas de educación para los propietarios y la comunidad.

Entre las principales causas del problema se encuentran la persistencia y resistencia que han desarrollado pulgas y garrapatas frente a los fármacos químicos, la falta de aplicación sistemática de tratamientos preventivos, el desconocimiento de los propietarios sobre medidas de prevención efectivas y la exposición frecuente de los perros a ambientes donde los ectoparásitos se reproducen, como alfombras, camas, muebles, patios, calles y áreas con vegetación. Esta situación se ve agravada por la escasez de estudios sobre alternativas naturales para el control de ectoparásitos.

La infestación por pulgas y garrapatas puede provocar alteraciones dermatológicas desde leves hasta severas, como la dermatitis alérgica por picadura de pulga (DAPP), y alteraciones circulatorias, incluyendo anemia por pérdida de sangre, debilitando el sistema inmunológico de los perros. De no ser controlados, estos parásitos se reproducen rápidamente, generando mayores

gastos económicos por tratamientos y desinfección del hogar, considerando además su tendencia a desarrollar resistencia a los medicamentos convencionales.

Como alternativa, se propone la elaboración de una loción tópica a base de extractos naturales de romero y anís, con propiedades repelentes y ectoparasiticidas. Esta solución ofrecerá ventajas como menor toxicidad, facilidad de aplicación, duración adecuada de protección y respeto por el medio ambiente al ser un producto degradable. A pesar del conocimiento medicinal, tradicional y científico sobre estas plantas como repelentes naturales, todavía no existe suficiente evidencia científica sobre su eficacia frente a pulgas y garrapatas, lo que hace necesario evaluar su efecto en los perros del contexto local de Jinotepe y la UCN.

Objetivos

Objetivo General

Analizar la actividad garrapaticida y pulguicida de loción tópica a base de extractos de romero (*R. officinalis* L.) y anís (*I. verum* L.) en caninos, en la Universidad Central de Nicaragua, UCN-Jinotepe, durante el año 2026.

Objetivos Específicos

Determinar el porcentaje de mortalidad de pulgas y garrapatas en caninos, tras la aplicación de las lociones en estudio.

Evaluar la eficacia garrapaticida-pulguicida de las formulaciones tópicas a base de extractos de *R. officinalis* L. e *I. verum*.

Determinar las reacciones adversas, derivadas de la aplicación tópica de las formulaciones vegetales en caninos de experimentación.

Comparar la eficacia pulguicida y garrapaticida entre las lociones formuladas con vehículos oleosos, aceite de palma y aceite de olivo.

Pregunta de investigación

¿Cuál es la eficacia garrapaticida, pulguicida y reacciones adversas de una loción tópica elaborados a base de (*Rosmarinus officinalis* L.) y anís (*Illicium verum*), en perros atendidos en la Clínica Veterinaria de la UCN-sede Jinotepe durante el año 2026?

Justificación

La presente investigación sobre la eficacia garrapaticida y pulguicida de una loción tópica elaborada con extractos de romero (*R. officinalis* L.) y anís (*I. verum*) en caninos, surge ante la necesidad de alternativas naturales y eficaces para el control de ectoparásitos que afectan la salud de los animales domésticos, en especial en contextos con recursos limitados. En Nicaragua, muchas familias carecen de acceso a productos comerciales antiparasitarios debido a su alto costo o disponibilidad, lo que incrementa el riesgo de infestaciones que pueden afectar tanto a los animales como a los seres humanos.

Desde el punto de vista del conocimiento científico, el estudio llena un vacío importante al aportar evidencia sobre el uso combinado de estas dos plantas con propiedades medicinales ampliamente reconocidas en la medicina tradicional, pero poco documentadas en estudios veterinarios sistemáticos. Se espera que los resultados proporcionen información relevante sobre su eficacia y seguridad, y que sirvan de base para futuras investigaciones sobre tratamientos fitoterapéuticos en animales, generando además nuevas hipótesis sobre la acción de compuestos bioactivos frente a ectoparásitos comunes en ambientes tropicales.

La conveniencia de este trabajo radica en su aplicabilidad directa, ya que permitirá la formulación y validación de una loción tópica que podría ser replicada y utilizada tanto por clínicas veterinarias como por familias y organizaciones comunitarias dedicadas al bienestar animal. Se trata de una alternativa que no solo responde a una necesidad sanitaria, sino que también impulsa el aprovechamiento sostenible de recursos naturales locales.

Este proyecto se encuentra alineado con el Plan Nacional de Lucha contra la Pobreza y para el Desarrollo Humano 2022–2026, específicamente dentro del eje de servicios de sanidad animal, al proponer soluciones innovadoras, y ecológicas que promueven el bienestar en la comunidad. En cuanto a su relevancia social, tiene un impacto potencial en la salud pública, al contribuir a la reducción de vectores capaces de transmitir enfermedades zoonóticas. Al beneficiar de manera directa a familias con mascotas y a instituciones dedicadas a la protección animal, la propuesta adquiere un alcance comunitario con proyección social y educativa.

Desde la perspectiva práctica y de desarrollo, el estudio permitirá la creación de un producto innovador, y con potencial de producción local, el cual representa una oportunidad para el desarrollo de tecnologías apropiadas en el ámbito veterinario, que pueden ser adoptadas por estudiantes, emprendedores o cooperativas, generando valor social y económico.

En cuanto a su utilidad metodológica, contribuye al diseño de estudios experimentales en el ámbito veterinario y la fitoterapia, incluyendo la validación de protocolos antiparasitarios, la definición de variables como eficacia y seguridad, y la sistematización de procedimientos de observación clínica en campo. Además, se alinea con el eje 11: Investigación e Innovación de la Estrategia Nacional de Educación “Bendiciones y Victorias” 2024–2026, promoviendo la formación investigativa con enfoque territorial, el rescate de saberes tradicionales y el desarrollo de soluciones científicas con impacto social.

La investigación se integra en el ámbito educativo, ya que contribuye a la generación de conocimiento científico aplicado en Medicina Veterinaria mediante la evaluación experimental de la actividad garrapaticida y pulguicida de una loción elaborada con *R. officinalis* L. e *I. verum* en caninos. Asimismo, fortalece las competencias investigativas de estudiantes y docentes al aplicar conocimientos de parasitología, farmacología, metodología de la investigación y medicina veterinaria en el estudio de una problemática sanitaria de los animales de compañía.

De acuerdo con la Política y Agenda de Investigación e Innovación del Sistema Educativo Nacional, la investigación se vincula con el Área Prioritaria 6: Educación y Salud Integral, específicamente con la Línea de Investigación 27: Salud Pública, debido a que genera evidencia científica sobre una alternativa, para el control de ectoparásitos y contribuye al desarrollo de conocimientos y estrategias de prevención y atención sanitaria. Esta vinculación se establece principalmente desde la generación de conocimiento científico y la formación investigativa universitaria, sin atribuir al estudio un impacto directo sobre la producción pecuaria.

Limitaciones

Tamaño y Representatividad de la Muestra

La cantidad de caninos tratados fue limitada, lo que restringe la generalización de los resultados a otras poblaciones o razas.

Variabilidad Biológica entre los Animales

Los caninos que formaron parte del grupo de experimentación presentaron diferencias en edad, raza, tipo de pelaje, estado inmunológico y nivel de infestación que pudieron influir en la eficacia del tratamiento y dificultar la estandarización de los resultados.

Condiciones Ambientales no Controladas

Debido a que la aplicación del producto en prueba, se realizó en condiciones de campo (y no en laboratorio), factores como clima, exposición al agua o polvo pudieron afectar la acción de la loción.

Hipótesis

Hipótesis de investigación general (H_1)

La aplicación de al menos una de las lociones elaboradas con *R. officinalis* L. e *I. verum*, formuladas en aceite de olivo o aceite de palma, presenta actividad garrapaticida y pulguicida en caninos, evidenciada por una mayor eficacia y un incremento significativo de la mortalidad de pulgas y garrapatas, con un desempeño superior al placebo y comparable al Fipronil al finalizar las 48 horas de observación, sin generar reacciones adversas en los animales evaluados.

Hipótesis nula general (H_0)

La aplicación de las lociones elaboradas con *R. officinalis* L. e *I. verum*, formuladas en aceite de olivo o aceite de palma, no presenta actividad garrapaticida ni pulguicida en caninos, al no evidenciar diferencias significativas en la eficacia ni en la mortalidad de pulgas y garrapatas respecto al placebo, ni un desempeño comparable al fipronil durante las 48 horas de observación.

Hipótesis específicas

H_{11}. Al menos una de las lociones elaboradas con *R. officinalis* L. e *I. verum*, formulada en aceite de olivo o aceite de palma, presenta una eficacia garrapaticida y pulguicida significativamente superior al placebo y sin diferencias estadísticamente significativas respecto al fipronil al finalizar las 48 horas de observación.

H_{01}. Las lociones elaboradas con *R. officinalis* L. e *I. verum*, formuladas en aceite de olivo o aceite de palma, no presentan una eficacia garrapaticida y pulguicida significativamente

superior al placebo ni un desempeño comparable al fipronil al finalizar las 48 horas de observación.

H_{12}. Al menos una de las lociones elaboradas con *R. officinalis* L. e *I. verum*, formulada en aceite de olivo o aceite de palma, incrementa significativamente la mortalidad de pulgas y garrapatas en caninos durante las 48 horas posteriores a la aplicación.

H_{02}. Las lociones elaboradas con *R. officinalis* L. e *I. verum*, formuladas en aceite de olivo o aceite de palma, no incrementan significativamente la mortalidad de pulgas y garrapatas en caninos durante las 48 horas posteriores a la aplicación.

H_{13}. Al menos una de las lociones elaboradas con *R. officinalis* L. e *I. verum*, formulada en aceite de olivo o aceite de palma, no produce reacciones adversas en los caninos durante las 48 horas posteriores a la aplicación.

H_{03}. Las lociones elaboradas con *R. officinalis* L. e *I. verum*, formuladas en aceite de olivo o aceite de palma, producen reacciones adversas en los caninos durante las 48 horas posteriores a la aplicación.

Variables

Variable Independiente

Loción tópica fitoterapéutica formulada con extractos de *R. officinalis* L. e *I. verum* L.

Definición Conceptual. La loción tópica fitoterapéutica es una preparación farmacéutica de uso externo elaborada a partir de extractos vegetales, destinada a aplicarse sobre la piel o pelaje con el fin de ejercer una acción biológica local, en este caso, garrapaticida y pulguicida. (Echegaray Rodríguez et al., 2011)

Definición Operacional. La variable independiente se operacionaliza mediante la aplicación tópica de lociones formuladas con extractos de *R. officinalis* L. e *I. verum* L., preparadas en diferentes vehículos oleosos, específicamente aceite de palma y aceite de olivo.

Cada formulación se administrará a caninos infestados por ectoparásitos bajo condiciones controladas, y posteriormente se compararán los resultados según la reducción o eliminación de pulgas y garrapatas, así como la presencia de reacciones adversas.

Variable Dependiente

Respuesta ectoparasiticida de los caninos respecto a las lociones fitoterápicas

Definición Conceptual. La variable dependiente se define como la respuesta ectoparasiticida de los caninos frente a la aplicación de la loción tópica fitoterapéutica, expresada mediante el porcentaje de mortalidad de pulgas y garrapatas, la eficacia del tratamiento y la presencia de reacciones adversas. (Dryden M. W., 2024)

Definición operacional. La variable dependiente se evaluará a través del porcentaje de mortalidad de pulgas y garrapatas después de la aplicación tópica de las formulaciones en estudio, la eficacia ectoparasiticida calculada a partir de dicha mortalidad y la presencia de reacciones adversas locales o sistémicas registradas durante el período de observación

La operacionalización de las variables se encuentra detallada en los apéndices de este documento

Marco contextual de la investigación

Marco Histórico

El control de ectoparásitos en animales domésticos constituye una práctica vinculada al desarrollo de la medicina veterinaria y al manejo responsable de los animales de compañía. Las pulgas y garrapatas representan un problema relevante debido a sus efectos directos sobre los animales y a su capacidad de transmitir agentes patógenos. En particular, Rhipicephalus sanguineus, conocida como garrapata café del perro, tiene importancia veterinaria por su asociación con enfermedades transmitidas por vectores y su amplia distribución en diversas regiones (Dantas-Torres, 2007)

Con el desarrollo de los ectoparasiticidas sintéticos se incorporaron diferentes principios activos para el control de pulgas y garrapatas en animales de compañía. Sin embargo, el uso reiterado e inadecuado de estos productos ha generado preocupación por la aparición de poblaciones de ectoparásitos resistentes a determinados acaricidas e insecticidas, así como por posibles efectos sobre organismos no objetivo y el ambiente.

Esta situación ha impulsado el interés científico en la búsqueda de alternativas que amplíen las opciones disponibles para el control de estos organismos. Paralelamente, el conocimiento sobre las propiedades de diversas plantas ha acompañado históricamente las prácticas de medicina tradicional. El romero, identificado en la literatura científica como *Rosmarinus officinalis* L., ha sido utilizado tradicionalmente por sus propiedades aromáticas y medicinales, mientras que el anís (*Illicium verum* L.) posee antecedentes de uso en sistemas tradicionales de medicina y ha sido objeto de investigaciones relacionadas con sus componentes químicos y propiedades.

En este contexto histórico se sitúa la presente investigación, orientada a evaluar científicamente la actividad garrapaticida y pulguicida de una loción tópica elaborada a partir de extractos de romero y anís en caninos. El estudio busca aportar evidencia cuantitativa sobre la eficacia de una formulación de origen vegetal mediante la comparación de su comportamiento con los tratamientos incluidos en el diseño experimental y la valoración de su respuesta durante las 48 horas de observación.

Marco Legal

La investigación se desarrolla dentro del marco jurídico nicaragüense relacionado con la protección y el bienestar de los animales, la investigación y la regulación de productos de uso veterinario. Un instrumento fundamental es la Ley N.º 747, Ley para la protección y el bienestar de los animales domésticos y animales silvestres domesticados, cuyo objeto es

establecer regulaciones para la protección y el bienestar de los animales domésticos que conviven con los seres humanos.

La normativa reconoce, entre otros aspectos, la importancia de la prevención de enfermedades, el manejo responsable y la protección de los animales utilizados con fines educativos, de investigación y experimentación. La Ley N.º 747 establece además que el bienestar animal comprende condiciones relacionadas con la salud física y mental y contempla las denominadas cinco libertades fundamentales.

Entre ellas se encuentra la libertad frente al dolor, lesiones y enfermedades, principio que en el marco jurídico nicaragüense se encuentra respaldado por el Artículo 7, el cual define el bienestar animal como el estado en que el ejemplar se encuentra sano, cómodo y libre de padecer sensaciones desagradables de dolor, miedo o desasosiego. Esta premisa resulta particularmente pertinente para una investigación que implica la aplicación de formulaciones tópicas sobre caninos. (Asamblea Nacional de Nicaragua, 2011)

Por ello, la evaluación de posibles reacciones adversas forma parte de las consideraciones de bienestar animal del presente estudio, en estricto cumplimiento con el Artículo 42 de la misma norma, el cual faculta la investigación científica siempre que se implementen metodologías orientadas a monitorear, mitigar o evitar cualquier tipo de dolor, sufrimiento o lesiones derivadas de los procedimientos experimentales.

En materia de productos veterinarios, el Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria (IPSA) dispone de mecanismos para el registro y control de medicamentos veterinarios y productos afines. Su normativa contempla procedimientos relacionados con el registro sanitario, establecimientos, fabricantes y productos veterinarios.

Debe señalarse que la presente investigación corresponde a un estudio académico y

experimental, por lo que la formulación evaluada no debe considerarse automáticamente como un producto veterinario autorizado para comercialización. Cualquier eventual uso comercial o introducción al mercado requeriría cumplir posteriormente con los procedimientos de registro y control establecidos por la autoridad competente.

En el marco jurídico nacional, la Ley N.º 582, Ley General de Educación, establece los fundamentos de la educación nicaragüense orientados a la formación integral de las personas y al desarrollo de capacidades científicas, humanísticas y sociales.

En correspondencia con estos principios, la Ley N.º 1114 (2022), Ley de Reforma a la Ley N.º 582, Ley General de Educación y de Reforma y Adición a la Ley N.º 89, fortalece el enfoque de la educación superior al reformar el artículo 48 de la Ley N.º 582, donde se reconoce que este subsistema comprende la formación integral en los campos de las ciencias, tecnologías y humanidades, mediante la investigación, la innovación y el emprendimiento como componentes fundamentales del desarrollo académico y científico nacional. (Asamblea Nacional de Nicaragua, 2025)

Marco Institucional

La investigación se desarrolla en la Universidad Central de Nicaragua (UCN), sede Jinotepe, institución de educación superior que incorpora la investigación y la extensión como componentes de sus procesos formativos. La misión institucional establece la formación de profesionales integrales y emprendedores mediante procesos de enseñanza-aprendizaje innovadores, mientras que su visión plantea el desarrollo de proyectos que contribuyan al fortalecimiento institucional y a una educación de calidad que incorpore la investigación y la extensión.

La UCN cuenta con una Dirección de Investigación encargada de promover y acompañar los procesos de investigación, desarrollo e innovación. Entre sus funciones se

encuentran el fortalecimiento de la investigación científica, la promoción de proyectos y la divulgación del conocimiento generado dentro de la institución. Además, la universidad reconoce áreas de investigación vinculadas con agricultura, silvicultura, pesca y veterinaria, así como salud y bienestar, campos relacionados con la naturaleza interdisciplinaria del presente estudio. (Universidad Central de Nicaragua, 2023)

En este contexto, el estudio sobre la actividad garrapaticida y pulguicida de extractos vegetales se vincula con la generación de conocimiento aplicado y con la formación investigativa, al integrar elementos de formulación, evaluación biológica, análisis estadístico y bienestar animal. La existencia de un repositorio institucional también permite la conservación y divulgación de los productos académicos derivados de la investigación universitaria.

Como antecedente institucional relevante, el repositorio de la UCN registra investigaciones desarrolladas en la sede Jinotepe relacionadas con la formulación de productos fitoterápicos, que preceden a esta investigación; en este caso la investigación titulada “Efecto del vehículo oleoso en la caracterización de loción ectoparasiticida, de *Rosmarinus officinalis* e *Illicium verum*, Universidad Central de Nicaragua, Jinotepe, 2026, (Hernández Flores, 2026)

Marco Cultural

El uso de plantas con fines medicinales forma parte de diversas prácticas tradicionales en distintas sociedades y constituye un componente del conocimiento cultural relacionado con la utilización de recursos naturales. El romero y el anís destacan entre las plantas aromáticas que han sido incorporadas históricamente a prácticas domésticas, culinarias y medicinales. En el caso de *Illicium verum*., la literatura científica documenta su utilización tradicional y el interés posterior por estudiar su composición química y sus propiedades biológicas.

En el contexto centroamericano y nicaragüense, el empleo tradicional de plantas aromáticas y medicinales forma parte del conocimiento transmitido entre generaciones y se

relaciona con prácticas de cuidado familiar y aprovechamiento de recursos disponibles en el entorno. Esta relación entre cultura y recursos naturales constituye un punto de partida para investigaciones que buscan transformar conocimientos tradicionales en propuestas evaluadas mediante procedimientos científicos.

En el cuidado de los animales de compañía, las prácticas culturales también pueden influir en las decisiones relacionadas con la prevención y el tratamiento de problemas comunes, entre ellos las infestaciones por pulgas y garrapatas. Sin embargo, el conocimiento tradicional no sustituye la evaluación científica de la seguridad y eficacia de una formulación. Por esta razón, la presente investigación establece un vínculo entre el conocimiento asociado al uso de plantas y la evaluación cuantitativa de una loción tópica elaborada con romero y anís.

Desde esta perspectiva, el estudio adquiere relevancia cultural al considerar recursos vegetales conocidos por sus usos tradicionales y someterlos a un proceso sistemático de evaluación. La investigación permite generar evidencia sobre su posible actividad garrapaticida y pulguicida en caninos, sin asumir previamente que el uso tradicional constituye una demostración de eficacia. De esta manera, se establece una relación entre conocimiento cultural, aprovechamiento de recursos vegetales y generación de evidencia científica.

Marco Teórico

Estado del Arte

El tema central del estudio se trata del uso de especies vegetales anís y romero, conocidas así popularmente, como tratamiento de control de pulgas y garrapatas en caninos, por lo tanto, esta investigación tiene como objetivo evaluar la actividad garrapaticida y pulguicida que la mezcla de ambos extractos vegetales en distintas matrices oleosas, tiene al ser aplicados de manera experimental *in vivo* en canes de la localidad educativa de la Universidad Central de Nicaragua de la sede Jinotepe.

Determinar la actividad de esta preparación de aplicación tópica en caninos infectados ayudará a fundamentar la viabilidad del uso de estas especies medicinales como medida biológica amigable y eficaz en el control de estos ectoparásitos que tanto afectan la salud animal y su entorno familiar. El uso de este tratamiento fitofarmacéutico no solo controlaría los ectoparásitos que afectan la salud de los animales y su entorno familiar, sino que también contribuiría significativamente al campo de la farmacognosia.

De esta forma se promoverá el uso de productos naturales con valor medicinal, y así se enfocará en la línea de investigación en salud poblacional y la sublínea de productos naturales de la carrera de Farmacia en UCN.

De igual manera, este estudio es de gran valor para la carrera de Medicina Veterinaria, pues permitirá la promoción de alternativas naturales, de seguridad y eficacia comprobada en el control de estos parásitos que comprometen la salud de las mascotas y la de sus dueños. La investigación contribuirá directamente a la línea de investigación sanidad animal y a la sublínea enfermedades infecciosas de la carrera en UCN.

En relación con la actividad garrapaticida, el aceite esencial de *R. officinalis* ha mostrado una acción ixodicida prometedora sobre larvas de *Rhipicephalus microplus*, con mortalidades

elevadas en concentraciones bajas y valores letales reducidos, lo que indica una bioactividad relevante para el control de este ectoparásito (Melo Guzmán, 2025)

De manera complementaria, Tadee et al., (2024) en su estudio experimental con otras especies vegetales confirmaron que los aceites esenciales pueden reducir la supervivencia, la oviposición y el desarrollo de garrapatas, lo que sustenta el uso de metabolitos secundarios como alternativa a los ixodicidas convencionales; en conjunto, estos hallazgos validan la hipótesis de que especies aromáticas como el romero pueden contribuir al control de garrapatas en medicina veterinaria.

Respecto al efecto pulguicida, la evidencia es igualmente favorable, *I. verum* demostró eficacia contra *Ctenocephalides felis felis*, pues alcanzó 100% de mortalidad a 800 $\mu g \cdot cm^{-2}$ y conservó actividad residual durante 18 días, lo que sugiere un potencial importante para formulaciones de uso tópico o ambiental, esto, según Freitas (2021).

Los hallazgos anteriores respaldan el desarrollo de una loción fitoterápica dirigida al control de ectoparásitos en caninos. La literatura reciente señala que los aceites esenciales no solo presentan actividad insecticida y acaricida, sino también efectos repelentes y, en algunos casos, cierta persistencia biológica, elementos importantes para lograr una formulación clínicamente útil, según Pereira et al. (2025) y Tadee et al. (2023).

Además, el perfil químico de *R. officinalis* e *I. verum* incluye compuestos como 1,8-cineol, alcanfor y anetol, que se asocian con mecanismos de acción compatibles con la actividad ectoparasiticida de acuerdo con Melo Guzmán (2025) y Freitas (2022), lo cual hace pertinente su evaluación conjunta en una misma formulación tópica.

Sin embargo, persisten vacíos importantes en la evidencia; pues aún no se encuentran estudios que evalúen simultáneamente actividad garrapaticida y pulguicida en caninos con una formulación estandarizada, y la mayoría de las investigaciones disponibles se concentra en

pruebas *in vitro*. También se requiere mayor información sobre estabilidad, tolerancia cutánea, seguridad en animales y duración del efecto en condiciones reales de uso. Otro aspecto insuficientemente explorado es la posible sinergia entre especies vegetales en mezclas complejas, especialmente cuando se pretende traducir los resultados a una preparación farmacéutica como una loción.

Desde la práctica clínica fitoterápica, esta línea de investigación tiene valor porque responde a la necesidad de productos naturales con potencial terapéutico en medicina veterinaria. Una loción basada en *R. officinalis* L. e *I. verum* podría constituir una alternativa complementaria frente al uso exclusivo de ectoparasiticidas sintéticos, especialmente en escenarios donde se busca reducir la exposición a compuestos convencionales o diversificar las estrategias de control.

Sin embargo, su incorporación clínica debe apoyarse en evidencia robusta de eficacia, seguridad y calidad farmacéutica, ya que el origen natural no garantiza por sí solo inocuidad ni efectividad. En ese sentido, el presente estudio resulta pertinente para fortalecer la base científica de la fitoterapia aplicada al control de ectoparásitos en caninos.

Teorías y conceptos asumidos

Teorías relacionadas con la ectoparasitosis en animales

Parásito. Según Mandal (2025), un parásito es un organismo que vive dentro o sobre otro ser vivo, denominado huésped, del cual obtiene beneficios, como alimento o protección, causando a menudo algún grado de perjuicio. Esta relación se diferencia de otras asociaciones biológicas porque el parásito se favorece mientras que el huésped puede sufrir consecuencias negativas. El daño depende del tipo de parásito, su número y la respuesta inmunológica del huésped.

Los perros al igual que muchos animales también son susceptibles de contraer parásitos algunos de ellos se quedan parasitando externamente al perro lo cual los hace, merecedores de otro termino científico tal a como lo señalan Diakou y otros, (2022) quienes dicen que las garrapatas y las pulgas son ectoparásitos hematófagos que causan irritación y anemia a sus huéspedes y actúan como vectores de patógenos (patógenos transmitidos por vectores, VBP) de relevancia para la salud animal y humana.

***Definiciones de Garrapata*.** Es un artrópodo de los que mejor han evolucionado, así lo afirma Hurtado (2022), quien señala que los artrópodos han logrado un notable éxito evolutivo gracias a su capacidad para adaptarse a distintos ambientes, lo cual les ha permitido diversificarse ampliamente. Aunque la mayoría de estas especies viven libremente, una minoría ha desarrollado estrategias parasitarias, como es el caso de los ectoparásitos que afectan a animales domésticos y silvestres.

Distribución y clasificación de las garrapatas. Las garrapatas están casi distribuidas por todo el planeta, se han identificado dos grandes familias, así lo señala Fialho y otros (2024), quienes las clasifican como *argasidae* o garrapatas blandas, e *ixodidae* o garrapatas duras. Además de tener una morfología muy diferente, las garrapatas blandas y duras varían mucho en comportamiento. Las enfermedades transmitidas por garrapatas son importantes para la salud animal y humana, ya que pueden causar la muerte si no se diagnostican y tratan a tiempo.

Definiciones sobre las Pulgas. También forman parte de los ectoparásitos y estos también parasitan a los perros, según Hurtado (2022), son insectos que pertenecen al orden *Siphonaptera*, también conocido como *Suctoria o Aphaniptera.* De tamaño pequeño y sin alas, con el cuerpo comprimido lateralmente; la cutícula es quitinosa, gruesa, de color café oscuro, y

mide de 1,5 a 4 mm de largo. Las pulgas son parásitos obligados temporales; la fase adulta se alimenta de la sangre de sus hospederos y las larvas son de vida libre.

Productos Ectoparasiticidas

Para combatir los ectoparásitos se han desarrollado compuestos químicos conocidos como ectoparasiticidas, Urquhart (2001) los señala como agentes químicos utilizados para eliminar o controlar parásitos externos (ectoparásitos) como pulgas, garrapatas, piojos, ácaros o moscas, que habitan en la superficie del cuerpo de los animales. Estos productos actúan principalmente por contacto o ingestión, afectando el sistema nervioso del parásito y provocando su muerte o repulsión. Se aplican en formas como pipetas, collares, baños, aerosoles o inyectables.

Fipronex® Ectoparasiticida de larga acción. Según Petmedica, (s.f)**.** este producto tiene una composición de Fipronil como ingrediente activo de 0.25g y excipientes c.s.p para 100ml. Está indicado en el tratamiento de infestaciones por pulgas *(Ctenocephalides canis*, *Ctenocephalides felis)* y garrapatas *(Rhipicephalus sanguineus*) en perros y gatos. Eficaz contra las pulgas con un periodo de actividad de hasta 3 meses (dependiendo de la carga de parásitos ambientales) y garrapatas durante un mes.

La forma de administración se indica que se debe aplicar sobre toda la superficie corporal a 15 cm del animal, a contrapelo y cubriendo al animal uniformemente, permitiendo que el producto llegue a la piel, luego se debe dejar secar.

En cuanto a la dosificación, varía en dependencia del pelaje del animal: 3-6 ml de solución/kg p.v. (un frasco de 275 ml puede ser usado para un animal de hasta 90 kg de peso). Está contraindicado según al contexto de las contraindicaciones y procesos adversos de los ectoparasiticidas; con anterioridad se han desarrollado estudios como el realizado en el Reino

Unido por Copland y Elsheikha, (2021) quienes indican que, aunque los ectoparasiticidas son esenciales para controlar infestaciones por pulgas y garrapatas ante la ausencia de vacunas y métodos preventivos eficaces, su uso no está exento de riesgos, ya que se han documentado efectos clínicos adversos en numerosos animales de compañía.

Efectos adversos de ectoparasiticidas químicos

Una de las manifestaciones más comunes presentadas por el uso de plantas medicinales es la dermatitis alérgica de contacto, en la cual suelen verse implicadas drogas con aceites esenciales, sin embargo, mayor relevancia tiene la fotosensibilización, más rara que la anterior y más fácilmente predecible en función de los principios activos de las drogas.

Algunas ranunculáceas, aplicadas localmente en fresco, son capaces de producir una reacción inflamatoria local, pero esto se puede impedir usando la planta seca, pues en el secado las enzimas de la planta fresca, para su activación, pierden gran parte de su actividad. (Castillo García y Martínez Solís , s.f)

Dentro de los efectos desfavorables sobre el uso de ectoparasiticidas, también se han reportado resultados como los obtenidos por Bates (2024) en Holanda sobre efectos adversos neurológicos de la exposición a la isoxazolina en gatos y perros. En los casos reportados en centros de toxicología veterinaria, se destacan temblores musculares y convulsiones como los signos neurológicos más comunes tras la exposición a isoxazolinas (como fluralaner o sarolaner), dosis orales terapéuticas excesivas.

Síntomas de intoxicación por aceites esenciales

Algunos aceites esenciales pueden causar irritación al aplicarlos en la piel. Si no se usan correctamente, podrías causarle más problemas al perro. El estudio de Castillo García y Martínez Solís (s.f.), también determinó que, si el perro sufre una intoxicación por aceite esencial, puede

presentar síntomas como: letargo, diarrea, vómitos, depresión, babeo, temblores, inestabilidad, cambios de comportamiento.

Pese a este creciente uso de productos en el ámbito comercial y doméstico, la evidencia científica sobre su seguridad y eficacia es aún limitada, especialmente en formulaciones combinadas y bajo condiciones de uso real. Por tanto, en este estudio se hace necesario investigar, bajo criterios clínicos controlados, los efectos terapéuticos y adversos del uso de aceites esenciales naturales como el romero (*R. officinalis L.*) y *anís (I. verum*) aplicados tópicamente en perros, con énfasis en su acción frente a pulgas y garrapatas, observando siempre la posible aparición de efectos adversos.

Problemática de Plagas y Enfermedades

Tomando en cuenta que las plantas y cultivos suelen ser atacados por diferentes tipos de insectos y plagas; las pérdidas agrícolas causadas por plagas y enfermedades, junto con los efectos negativos de los plaguicidas convencionales sobre la salud y el ambiente, demandan soluciones más sostenibles. Las plantas han desarrollado defensas naturales, como los aceites esenciales, que actúan como bioplaguicidas. Estos compuestos interfieren en funciones vitales de los insectos, provocando su muerte por contacto o inhalación (García-Quesada, 2021)

Fitoterapia veterinaria

No es una tendencia ni una terapia alternativa sin base científica. La Escuela de Medicina Veterinaria Integrativa (2025) afirma que es una disciplina médica respaldada por la evidencia, que utiliza plantas medicinales en medicina veterinaria con fines terapéuticos concretos. Su aplicación requiere conocimientos sólidos en fisiopatología animal, farmacognosia y diagnóstico diferencial.

En este contexto, la fitoterapia veterinaria es la disciplina médica que estudia y aplica extractos de plantas con actividad farmacológica para la prevención, tratamiento y recuperación de enfermedades en animales. A diferencia de los enfoques empíricos o tradicionales, se basa en principios científicos, evidencia clínica y conocimientos de fisiología y patología animal. Su uso no equivale a remedios naturales sin control: exige formación específica, comprensión de los principios activos, metabolismo según especie y posibles interacciones con fármacos convencionales.

Se conoce que el uso de productos naturales como los aceites esenciales para perros como alternativa a los ectoparasiticidas sintéticos ha cobrado relevancia en la medicina veterinaria, especialmente ante la creciente resistencia de pulgas y garrapatas a principios activos convencionales. Entre estos productos, los aceites esenciales derivados de plantas han mostrado actividad repelente o insecticida. Sin embargo, su aplicación tópica en perros no está exenta de riesgos.

Potencial de aceites esenciales. Los aceites esenciales se consideran alternativas prometedoras para el control de ectoparásitos debido a sus componentes bioactivos, su acción por contacto y su menor impacto ambiental en comparación con los insecticidas sintéticos. Revisiones recientes, como las de Pereira et al. (2025) y Gonzaga et al., (2023), señalan que estos productos han mostrado actividad insecticida, acaricida y repelente, especialmente en formulaciones tópicas aplicadas sobre el hospedador.

Actividad ectoparasiticida de Rosmarinus officinalis

El aceite esencial de *R. officinalis* ha sido asociado con actividad acaricida y repelente en distintos modelos experimentales. En estudios con ectoparásitos de animales de compañía, formulaciones con romero han demostrado capacidad para reducir infestación y modificar

parámetros biológicos de garrapatas, mientras que otras investigaciones han confirmado su efecto insecticida en contextos veterinarios y ambientales. (Gonzaga et al., 2023)

Según Tadee et al. (2023), para el caso de caninos, productos con aceite de romero han mostrado utilidad como parte de mezclas con otros aceites esenciales, lo que respalda su interés como componente de lociones fitoterapéuticas

Actividad pulguicida de Illicium verum.

I. verum ha mostrado un efecto pulguicida importante frente a *Ctenocephalides felis feliz*; en el estudio de Freitas et al. (2021), reportaron actividad insecticida tanto en estadios inmaduros como en adultos, con residualidad aproximada de 18 días y eficacia pulguicida prolongada, lo que constituye un antecedente sólido para su inclusión en formulaciones tópicas. Este hallazgo es especialmente pertinente porque el control de pulgas exige productos con actividad inmediata y, de ser posible, efecto residual.

Justificación de la combinación

La evidencia de la literatura sostiene que tanto *R. officinalis* como *I. verum* poseen actividad biológica útil contra ectoparásitos, pero aún son escasos los estudios en caninos que evalúan una loción combinada y su desempeño bajo condiciones experimentales. Además, las revisiones señalan vacíos metodológicos en estandarización, dosis, seguridad clínica y duración del efecto, por lo que resulta pertinente evaluar una formulación tópica fitoterapéutica en perros infestados.

Técnica del peinado para extracción de pulgas

En el contexto de aplicación de productos pulguicidas y la validación de la eficacia de sus resultados, se han desarrollado estudios donde se aplicaron técnicas de peinado para la visualización y extracción de las mismas, como la que usó Dryden y otros (2013), quienes,

después de administrar el producto, usaron peines para llevar a cabo el conteo de pulgas, para evaluar la capacidad de los perros para mantener las infestaciones.

Los perros fueron peinados con un peine para pulgas de dientes finos que tenía 12-13 dientes/cm. Todo el perro y toda la longitud del pelaje se peinaron continuamente durante un mínimo de 10 minutos. Si se encontraron <5 pulgas vivas en los primeros 10 minutos, se finalizaba el peinado. Si se encontraron ≥5 pulgas vivas en los primeros 10 minutos, el animal se peinaba durante 10 minutos más.

En este contexto la Medicines, Agency European, (2016) desarrolló directrices, para la prueba y evaluación de la eficacia de sustancias antiparasitarias en el tratamiento y la prevención de infestaciones por garrapatas y pulgas en perros y gatos. Dentro de ellas valida conceptos sumamente importantes de manejar para la aplicación de todo producto ectoparasiticida de uso en perros y gatos desde un punto de vista experimental, para validar su eficacia y confiabilidad. Algunos conceptos de importancia son:

Criterios de Eficacia en el Efecto Acaricida

Para productos que actúan de forma sistémica o tópica con propiedades acaricidas, la evaluación de la eficacia se basa en la diferenciación entre garrapatas vivas y muertas. Se recomienda evaluar el efecto acaricida según los siguientes parámetros:

Tabla 1. *Parámetro de efecto acaricida en garrapatas*

Observaciones generales	Estado de adherencia	Efecto acaricida
viva libre	no	no
viva adherida	no	no
muerta libre	sí	sí
muerta adherida	sí	sí

Fuente. Tomado de (European Medicines Agency, 2021)

Eficacia de Productos de Acción Tópica. Para productos de acción tópica con un efecto acaricida puro donde se demuestre la eficacia acaricida persistente contra nuevas infestaciones, la indicación de prevención de reinfestación por garrapatas mediante un efecto acaricida especificado por el período de tiempo probado es aceptable. Además, para este tipo de producto, se debe incluir una nota general en el prospecto informativo y en el folleto del paquete que indique que las garrapatas serían eliminadas y caerían del hospedador dentro de las 24 a 48 horas posteriores a la infestación.

Eficacia de Productos de Acción Sistémica. Para productos de acción sistémica donde la eficacia acaricida depende de la adherencia de las garrapatas al hospedador y la ingestión de una dosis tóxica de la(s) sustancia(s) activa(s), se justifica una indicación de actividad de eliminación inmediata y/o persistente de garrapatas, especificada por el período de tiempo demostrado. Además, debe incluirse información en la literatura del producto al que las garrapatas deben adherirse al hospedador y comenzar a alimentarse para estar expuestas a la sustancia activa.

Evaluación de la Eficacia. Los productos con propiedades acaricidas y repelentes pueden demostrar efectos inmediatos correspondientes y/o efectos persistentes a corto plazo (hasta 4 semanas) o a largo plazo (más de 4 semanas). La eficacia debe establecerse a intervalos durante todo el período de efecto que se declare. Se recomienda que el recuento de garrapatas se realice mediante; peinado con peine, palpación del animal, evaluación visual, según corresponda.

Las garrapatas deben ser retiradas de los animales de prueba una vez finalizado el procedimiento de recuento. Para la evaluación de la eficacia en condiciones de laboratorio, se considera necesaria la inclusión de animales no tratados (grupo de control negativo).

Selección de Animales para Estudios de Eficacia.

Según la European Medicines Agency (2021), el estudio debe incluir animales confirmados como infestados con garrapatas por una persona adecuadamente cualificada, quien debe registrar el nivel inicial de infestación. Se debe identificar la especie de garrapata. Siempre que sea posible, las especies de garrapatas incluidas en la lista de indicaciones deben estar representadas entre los animales incluidos.

El número de animales (tamaño de la muestra) requerido para el estudio debe justificarse estadísticamente de antemano y basarse en la hipótesis que se prueba (por ejemplo, diseño de superioridad versus no inferioridad), considerando tanto la eficacia como los aspectos de seguridad del estudio. Los animales deben pertenecer a diversas razas, con diferentes longitudes de pelaje y de distintos tipos de manejo o alojamiento. Además, si es posible, deben incluirse animales expuestos a un alto riesgo de infestación (por ejemplo, perros de caza).

Debe asegurarse de que los animales incluidos, o cualquier otro animal en el mismo hogar, no hayan sido tratados con sustancias ectoparasitarias dentro de un periodo de tiempo que pudiera afectar el resultado del estudio. Si es necesario, la opción preferida para evitar sesgos es tratar a todos los animales de la especie objetivo en un hogar con el mismo producto.

Selección de Animales con Pulgas. El estudio debe incluir animales objetivo que estén confirmados como infestados por pulgas, por una persona adecuadamente cualificada, quien deberá registrar el nivel inicial de infestación. El número de animales (tamaño de la muestra) requerido en el estudio debe estar justificado estadísticamente con antelación y basarse en la hipótesis que se pretende probar (por ejemplo, diseño de superioridad frente a no inferioridad), considerando tanto la eficacia como los aspectos de seguridad del estudio.

Los animales hospedadores deben pertenecer a diversas razas, con diferente longitud de pelaje y proceder de distintos tipos de manejo o alojamiento. Además, deben incluirse, si es posible, animales expuestos a alto riesgo de infestación. Se recomienda que los animales incluidos alberguen pulgas en el momento de su inclusión en el estudio. Debe garantizarse que los animales incluidos, así como otros animales dentro del mismo hogar, no hayan sido tratados con una sustancia ectoparasiticida dentro de un período de tiempo que pueda afectar los resultados del estudio.

Recuento en Pulgas. Los recuentos reales de pulgas, por ejemplo, mediante peinado, deben realizarse normalmente cada dos semanas. Para productos con una eficacia persistente declarada de más de cuatro semanas, los intervalos para el recuento de pulgas pueden ampliarse (correspondientes a los utilizados en estudios controlados de laboratorio, es decir, intervalos de 4 semanas y, en el último mes, un intervalo de dos semanas). Sin embargo, para productos con una actividad residual de corta duración, deben realizarse recuentos más frecuentes.

Nivel de Eficacia. La evaluación de la eficacia de un producto ectoparasiticida requiere determinar en qué medida el tratamiento logra reducir la carga parasitaria en los animales tratados respecto de aquellos que no reciben el principio activo. En estudios experimentales con perros infestados por pulgas o garrapatas, esta comparación permite diferenciar el efecto atribuible al tratamiento de las variaciones que pueden presentarse de manera natural durante el periodo de observación. En este contexto, la eficacia porcentual constituye un indicador fundamental para valorar la capacidad de un producto para disminuir la infestación parasitaria.

Las directrices de la World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (WAAVP), desarrolladas para la evaluación de parasiticidas destinados al tratamiento, prevención y control de infestaciones por pulgas y garrapatas en perros y gatos, establecen

criterios estandarizados para determinar la eficacia de estos productos. Marchiondo et al. (2013) señalan que la eficacia puede estimarse mediante la comparación de la cantidad de parásitos vivos presentes en los animales tratados y en los animales control. Estas directrices constituyen una referencia metodológica relevante para los estudios experimentales de eficacia de ectoparasiticidas.

Uno de los procedimientos utilizados para expresar esta reducción es la fórmula de Abbott, mediante la cual se calcula el porcentaje de eficacia a partir de la diferencia entre la carga parasitaria observada en el grupo control y la registrada en el grupo tratado. La expresión matemática es: Para medir la eficacia parasiticida se utilizó la fórmula de eficacia Abbott que se expresa matemáticamente así:

$$E = \frac{Mc - Mt}{Mc} * 100$$

donde E corresponde al porcentaje de eficacia; Mc y Mt se refieren al número de parásitos vivos en los animales de control y en los animales tratados, respectivamente. Para las garrapatas, la fórmula es aplicable a los acaricidas de contacto de aplicación tópica; sin embargo, para los acaricidas administrados por vía sistémica, puede ser más apropiado utilizar el número de garrapatas vivas adheridas para evaluar la eficacia.

Técnica de Recuento en Garrapatas. Los recuentos deben realizarse a intervalos semanales y se debe identificar la especie de garrapata. Para productos con una eficacia persistente declarada de más de cuatro semanas, los intervalos para el recuento de garrapatas pueden ampliarse (correspondientes a los de los estudios controlados en laboratorio, es decir, intervalos de cuatro semanas y en el último mes un intervalo de dos semanas). Para productos de uso tópico con acción local, se deben considerar cuidadosamente las partes distales del cuerpo, como las patas y la cola, así como los muslos internos.

Métodos

Enfoque de la Investigación

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, fundamentado en la recolección, medición y análisis de datos numéricos objetivos para responder a los cuatro objetivos del estudio. Este enfoque permitió cuantificar la tasa de mortalidad de pulgas (*Ctenocephalides felis*) y garrapatas (*Rhipicephalus sanguineus*) en los primeros 30 minutos, 90 minutos y 48 horas postaplicación, determinar la eficacia antiparasitaria ajustada (E%), realizar la comparación analítica entre los vehículos oleosos (aceite de palma vs. aceite de oliva) y evaluar la inocuidad fisiológica en el modelo canino *in vivo* mediante parámetros dermatológicos cuantitativos (Hernández-Sampieri, 2023)

Alcance de la Investigación

El estudio se ejecutó desde un alcance explicativo, debido a que superó la mera descripción de la carga parasitaria para determinar las relaciones de causa-efecto entre las variables de estudio; se evaluó en qué medida la presencia de los metabolitos secundarios (*R. officinalis* L. e *I. verum*) y la naturaleza fisicoquímica del vehículo oleoso influenciaron la tasa de mortalidad parasitaria, la eficacia corregida y la inocuidad cutánea, contrastando los hallazgos frente a un grupo control no tratado.

Diseño de la Investigación

Se estableció un diseño cuasiexperimental de corte longitudinal, en el cual se manipuló deliberadamente la variable independiente (tipo de formulación: loción en aceite de palma, loción en aceite de oliva) para observar su efecto sobre las variables dependientes, relacionadas con la respuesta parasiticida: porcentaje de mortalidad parasitaria; eficacia garrapaticida y pulguicida ajustada y reacciones adversas.

Población y Muestra

Población

La población estuvo conformada por un total de 44 perros que vivían en la zona limítrofe de las instalaciones de la UCN, sede Jinotepe, y que habían participado en campañas de desparasitación o vacunación promovidas por la institución, o bien en consultas en la clínica de veterinaria de la sede.

Muestra

La muestra fue todos aquellos perros que acudieron a la consulta clínica y presentaron pulgas y garrapatas, para un total de 40 perros, la cual fue seleccionada mediante la fórmula proporcionada por *QuestionPro*, herramienta en línea, con nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%.

Muestreo

Se seleccionaron 40 perros mediante muestreo por conveniencia, provenientes de la zona aledaña al perímetro de la universidad. Este tipo de muestreo se debe a las limitaciones logísticas y de acceso a todos los perros más allá del perímetro de la UCN, sede Jinotepe. De tal manera que se seleccionaron los perros que han asistido a la jornada de atención clínica y que presentaban los criterios básicos de inclusión, para participar en el estudio.

Los 40 caninos seleccionados como muestra fueron divididos en 4 grupos distribuidos de la siguiente manera:

Grupo experimental a, 10 caninos que serán tratados con loción tópica de romero (*R. officinalis) y anís (I. verum)* en aceite de palma.

Grupo experimental b, 10 caninos tratados con loción tópica de romero*) (R. officinalis) y anís (Illicium verum)* en aceite de oliva.

1. Grupo de control negativo, 10 caninos que recibieron el placebo compuesto solo de aceite de palma.
2. Grupo de control positivo, 10 caninos a los que se les aplicó un producto sintético comercial (fipronil).

Unidad de Muestreo. El canino es la unidad biológica que se recluta en la Clínica Veterinaria de la UCN-Jinotepe bajo los criterios de inclusión y exclusión, y sobre el cual se administra la dosis de la loción tópica (vehículo de palma o de oliva)

Unidad de Análisis y Observación. Para la evaluación de la inocuidad fisiológica y tolerabilidad cutánea: la unidad de análisis fue los caninos (*C. lupus familiaris*), en los cuales se midieron los parámetros dermatológicos (eritema, prurito, irritación, dermatitis) y parámetros generales como letargo, vómitos, convulsiones u otros signos.

Para la evaluación de la tasa de mortalidad y eficacia ectoparasiticida: la unidad primaria de observación correspondió al ectoparásito individual (*R. sanguineus* y *C. felis*), en la cual se evaluó su viabilidad biológica postaplicación.

Criterios de Inclusión. Animales que cumplieron estas condiciones:

Perros atendidos en la clínica veterinaria de UCN - sede Jinotepe seleccionados en la jornada clínica de atención durante el periodo de estudio (2026).

Presencia comprobada de pulgas y/o garrapatas en el momento de la evaluación (mediante inspección física/exploración clínica).

Edad mínima de 6 meses (para garantizar cierto nivel de desarrollo fisiológico).

Peso mínimo de 3 kg, ya que la loción es de aplicación tópica (para seguridad y dosificación adecuada).

Sin tratamiento antiparasitario contra ectoparásitos previo en las últimas 4 semanas, para evitar interferencias en la evaluación del efecto del producto.

Consentimiento informado del propietario (firmado, autorizando la participación del animal en el estudio).

Perros que presenten buen comportamiento, que no sean agresivos y se dejen manipular de manera fácil para aplicar tratamiento y futuras revisiones.

Criterios de Exclusión. Animales que presentaron las siguientes características:

Perros que no fueron atendidos en la clínica veterinaria de UCN - sede Jinotepe o seleccionados en la jornada clínica de atención durante el periodo de estudio (2026).

Perros que no tenían presencia comprobada de pulgas y/o garrapatas en el momento de la evaluación (mediante inspección física o técnica diagnóstica del médico veterinario investigador).

Caninos que no tenían la edad mínima de 6 meses, ni el peso mínimo de 3 kg.

Hembras de caninos que se encuentren en proceso de gestación o en lactancia activa, por razones éticas y fisiológicas.

Caninos que estaban bajo tratamiento antiparasitario externo reciente

Caninos extremadamente agresivos o difíciles de manejar, que no permitieron una aplicación segura para el médico veterinario.

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos Utilizados

Para el cumplimiento de la evaluación de la actividad garrapaticida y pulguicida de las lociones tópicas a base de extractos de romero y anís, se emplearon técnicas e instrumentos de recolección de datos en cada una de las fases del proceso, desde la aplicación de las formulaciones hasta la evaluación de la actividad que está presente en pulgas y garrapatas en cada una de las aplicaciones y en el tiempo de las mismas.

Técnica de Observación Clínica

Se empleó como procedimiento sistemático, para valorar directamente el estado general de los caninos antes y después de la aplicación de la loción a base de *R. officinalis* L. e *I. verum*. Mediante esta técnica se observaron las condiciones físicas del animal y los posibles cambios posteriores a la aplicación del producto, lo que permitió registrar de manera ordenada los hallazgos clínicos durante el período de evaluación. La técnica de observación clínica se desarrolla mediante la aplicación de los siguientes procedimientos:

Exploración Clínica. Se realizó un procedimiento ordenado de valoración del estado físico de cada canino participante, que comprendió la observación general del animal y la evaluación de sus principales parámetros clínicos, con el propósito de identificar su condición antes de la aplicación de la loción y detectar cualquier modificación clínica posterior al tratamiento. Esta exploración permitió complementar la evaluación de la actividad ectoparasiticida con el seguimiento de la condición clínica de los animales.

Toma de Constantes Vitales. Se realizó mediante la medición y registro de los principales parámetros fisiológicos de los caninos, principalmente temperatura corporal, frecuencia cardíaca y frecuencia respiratoria, antes y después de la aplicación de la loción. Estos datos permitieron realizar el seguimiento de la respuesta fisiológica de los animales durante el período experimental y contribuir a la valoración de la seguridad clínica del producto utilizado.

Visualización de Ectoparásitos. Se realizó mediante la inspección directa de la superficie corporal y el pelaje de los caninos para identificar y contabilizar las pulgas y garrapatas presentes antes y después de la aplicación de la loción. Durante las evaluaciones posteriores al tratamiento se registró el estado de los ectoparásitos de acuerdo con las categorías establecidas en el instrumento de recolección de datos, diferenciando los ejemplares vivos, muertos y desprendidos. Este procedimiento permitió obtener los datos necesarios para

determinar la actividad pulguicida y garrapaticida de la loción a base de *R. officinalis* L. e *I. verum*.

Instrumento para la Recolección de Datos

El instrumento utilizado es una ficha de recolección de datos de observación clínica estructurada, diseñada específicamente para el estudio, se trata de un instrumento de elaboración propia, acorde con las recomendaciones de la *World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology* (WAAVP) para la evaluación de ectoparasiticidas en animales de compañía.

El instrumento mide principalmente tres componentes importantes: la mortalidad parasitaria, la eficacia garrapaticida y pulguicida y la seguridad clínica del producto aplicado. La eficacia se determina mediante el registro seriado del número de pulgas (extraídas, muertas y vivas) y de garrapatas (vivas o muertas, adheridas o desprendidas) en tres momentos postaplicación (15–30 minutos, 1–1:30 horas y 48 horas); estos conteos permiten calcular el porcentaje de mortalidad parasitaria y la eficacia garrapaticida y pulguicida, mediante la fórmula de reducción porcentual respecto al grupo control, estándar aceptado en ensayos de este tipo.

La seguridad postaplicación del producto incluye una escala ordinal de reacciones adversas de 0 a 3, donde 0 corresponde a ausencia de signos y 3 a reacciones graves. Esta escala permite transformar la observación clínica en una variable medible, útil para valorar la tolerancia del animal al producto. Además, contempla un espacio para observaciones clínicas, lo que permite registrar eventos no previstos durante la evaluación.

En cuanto a su estructura, la ficha se organiza en cinco componentes: (1) datos generales del canino y del propietario, que garantizan la trazabilidad y caracterización de la muestra; (2) registro de la primera y segunda aplicación, que documenta constantes fisiológicas, producto

aplicado (extractos, fipronil como control positivo y aceite de palma como control negativo), volumen, concentración, tipo de ectoparásito y sitios anatómicos de aplicación; (3) escala de clasificación de reacciones adversas; (4) tabla de evaluación de pulgas; y (5) tabla de evaluación de garrapatas, ambas con conteos por tiempo de observación.

El instrumento fue diseñado de esta manera por razones metodológicas precisas: la evaluación en tiempos seriados permitió describir la velocidad de acción y la persistencia del efecto de los productos, aspecto esencial en la cinética de los ectoparasiticidas; la codificación del canino favoreció el enmascaramiento y redujo el sesgo del evaluador; la inclusión de grupos control posibilita el contraste estadístico que sustenta la validez interna del experimento; y el formato tabular estandarizo el registro, minimizo errores de transcripción y facilito el procesamiento estadístico.

Equipos Utilizados Durante el Desarrollo del Estudio.

Equipos utilizados para la toma de constantes vitales: estetoscopio, termómetro, guantes desechables.

Equipos para la aplicación de productos vegetales y placebo**;** jeringas de 10 mL, guantes desechables, mascarilla.

Equipos para la aplicación de fipronil: recipiente atomizador, guantes desechables.

Equipos para recolección de pulgas: peine fino, guantes desechables, mascarilla, manta blanca.

Equipos para la recolección de garrapatas: pinzas sin dientes, guantes desechables, mascarilla.

Técnicas para la Aplicación de Productos

Aplicación de la loción tópica de anís, romero y placebo. Se procedió a la aplicación de la loción tópica en los grupos asignados (cada grupo con 10 perros), a los que se les aplicó el

aceite de romero, anís y placebo (aceite de palma). Para la aplicación se siguieron los mismos principios usados en el caso del medicamento comercial Fipronil en pipetas.

De tal manera que se aplicó el producto sobre la superficie corporal del animal a contrapelo, de manera que se cubrieran las zonas de manera uniforme, para permitir que el producto llegara a la piel, sobre todo en aquellas zonas que tenían mayor cantidad de pulgas y garrapatas. Por lo cual, para su dosificación se tomó en cuenta el grado de infestación de estos dos ectoparásitos y su distribución corporal.

Técnicas para la Aplicación del Producto Químico de uso Comercial Fipronil. Se utilizó un frasco de fipronil 0,25%, de 275 ml en spray en el grupo de control positivo, también compuesto por 10 perros. Se aplicó el producto sobre la superficie corporal a 15 cm del animal, a contrapelo y cubriendo las zonas de manera uniforme, lo que permitía que este llegara a la piel, específicamente donde había mayor concentración de ectoparásitos. La dosificación, dependía del pelaje del animal: entre 3 y 6 ml de solución por kg p.v.

Técnicas para el Conteo y Extracción de Pulgas en Perros Postaplicación de la Loción Tópica. Posterior a la aplicación, se llevaron a cabo tres revisiones clínicas para el conteo de ectoparásitos: en tres momentos postaplicación (15–30 minutos, 1–1:30 horas y 48 horas), con el fin de determinar la reducción de pulgas, además de identificar la presencia de efectos adversos dérmicos o sistémicos.

La Técnica de Conteo Visual Directo. (Inspección manual) Se basó en las directrices de la norma de la WAAVP (*World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology*) usada por Marchiondo (2007)**.** Este consistió en revisar manualmente al perro, especialmente en zonas donde las pulgas se concentraban más: base de la cola, abdomen, axilas, cuello y orejas.

Para ello, se procedió a colocar al perro encima de la mesa de revisión, sobre un manto blanco, para tener mayor contraste con el color de las pulgas café-oscuras. Se procedió a peinar

con un peine fino, para extraer la mayor cantidad de pulgas el peinado fue en sentido contrario del pelo, para la recolección de las pulgas atrapadas estas se examinaron, para ver si había cambios en su comportamiento, como pérdida de movimiento si murieron post aplicación de loción tópica de romero (*R. officinalis) y* anís *(I. verum*)

Procedimiento para la Recolección de Muestras de Garrapatas, en Perros Postaplicación de la Loción Tópica. Posterior a la aplicación de la loción tópica a base de romero y anís, se llevaron a cabo tres revisiones clínicas: en tres momentos postaplicación (15–30 minutos, 1–1:30 horas y 48 horas). Estas evaluaciones tuvieron como objetivo cuantificar la reducción de garrapatas, así como identificar la presencia de efectos adversos dérmicos o sistémicos.

Previo a cada conteo, se realizó la extracción manual de los ectoparásitos para evaluar el efecto del producto en función del tiempo transcurrido desde la inoculación. Una semana después, se administró una segunda dosis del producto, mediante el mismo protocolo de medición y evaluación.

Confiabilidad y Validez de los Instrumentos (formulación y validación)

Validación del Instrumento por Juicio de Expertos

Validez

Tras el análisis realizado mediante juicio de expertos al instrumento denominado: Evaluación de la actividad garrapaticida y pulguicida de una loción tópica a base de extractos de romero (*R. officinalis*) y anís (*I. verum*) en caninos", con la participación del Médico Veterinario Donald Eliezer Ruíz Pavón, especialista en el área de parasitología y clínica veterinaria en animales de compañía, el instrumento fue considerado altamente pertinente, ya que permite el monitoreo riguroso de la eficacia biocida (pulguicida y garrapaticida) mediante el conteo

diferenciado de parásitos vivos, muertos y desprendidos en tiempos críticos (15–30 minutos, 1 hora a 1 hora y 30 minutos y 48 horas).

El instrumento presenta, a su vez, un amplio margen de seguridad clínica, ya que la estructura del formato garantiza el registro de la seguridad del paciente canino mediante el control de constantes vitales y una escala de reacciones adversas debidamente categorizada.

Por ello, en virtud de lo antes expuesto y considerando la valoración efectuada por el experto, se determinó que el instrumento posee la validez de contenido, suficiencia y coherencia necesarias para ser aplicado como herramienta de recolección de datos científicos en el ámbito clínico veterinario.

Confiabilidad

El análisis de confiabilidad del instrumento de actividad pulguicida evidenció un alfa de Cronbach de 0,823 para los 13 elementos que lo conforman, lo que corresponde a un nivel de buena consistencia interna. Este resultado indica que los ítems empleados para registrar la presencia y evolución de las pulgas presentan una adecuada correlación entre sí, lo que respalda la confiabilidad de las mediciones y la consistencia de los datos utilizados en el análisis estadístico.

De manera similar, el análisis de confiabilidad del instrumento empleado para evaluar la actividad garrapaticida de los extractos evidenció un alfa de Cronbach de 0,841, calculado a partir de 24 elementos. Este resultado indicó una buena consistencia interna, lo que sugiere que los ítems incluidos en el instrumento presentan una adecuada homogeneidad y permiten registrar de manera consistente la respuesta garrapaticida de los tratamientos evaluados.

Procedimientos para el Procesamiento y Análisis de Datos

Procedimientos para el Procesamiento de Datos.

El procesamiento y análisis para la evaluación de la actividad garrapaticida y

pulguicida de las formulaciones elaboradas con *R. officinalis* L. e *I. verum*, fipronil y placebo fueron sometidos a procedimientos de depuración, codificación y análisis, con el propósito de garantizar su consistencia y facilitar la comparación entre los tratamientos y los diferentes tiempos de evaluación. Para ello, se emplearon herramientas informáticas que permitieron realizar tanto los cálculos derivados de las variables biológicas como el análisis estadístico descriptivo e inferencial.

Registro y Codificación de Datos. Para la evaluación de la actividad garrapaticida y pulguicida se registraron los datos correspondientes al número de ectoparásitos vivos y muertos en los tiempos establecidos: 30 minutos, 90 minutos y 48 horas. La información relacionada con las reacciones adversas observadas en los caninos también fue registrada para su posterior análisis.

Procesamiento de la Información. Los datos fueron digitalizados y organizados inicialmente en Microsoft Excel, donde se realizó la depuración, clasificación y verificación de consistencia de los registros. Posteriormente, la base de datos fue procesada mediante IBM SPSS Statistics versión 27, utilizada para el análisis descriptivo e inferencial. Se calcularon medidas descriptivas y se aplicaron las pruebas estadísticas correspondientes para determinar diferencias entre los tratamientos y los tiempos de evaluación con un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$.

Análisis de Datos

Mortalidad. Para el cálculo de mortalidad se ejecutaron procedimientos analíticos diferentes, debido a las características de los datos y los procedimientos según fuesen pulgas o garrapatas; se detalla a continuación.

Actividad Pulguicida. La mortalidad directa de las pulgas se calculó como la proporción de pulgas muertas respecto al total de pulgas recuperadas (vivas + muertas) mediante la técnica de peinado en cada tiempo de evaluación (30 minutos, 90 minutos y 48 horas):

$$Mortalidad\ (\%) = \frac{Número\ de\ pulgas\ muertas}{Total\ pulgas\ recuperadas} * 100$$

Las pulgas recuperadas en cada evaluación fueron retiradas y eliminadas, por lo que cada periodo de observación representó una medición independiente sobre la población residual presente en ese momento.

Actividad Garrapaticida. La mortalidad de las garrapatas se calculó como la mortalidad directa acumulada. El denominador se restringió exclusivamente a la población histórica real de garrapatas removidas y remanentes con las que se interactuó físicamente en cada inspección, excluyendo la carga parasitaria basal (Día 0). Esta restricción se tomó con el fin de evitar el sesgo por subestimación de la letalidad real, derivado de la pérdida natural o ambiental de parásitos propia de los ensayos clínicos de campo.

$$Mortalidad\ (\%) = \frac{Garrapatas\ muertas\ acumuladas}{Garrapatas\ muertas\ +\ Garrapatas\ vivas\ desprendidas} * 100$$

A los 30 y 90 minutos se observó principalmente un efecto de desprendimiento (derribo), mientras que la letalidad se consolidó a las 48 horas.

Eficacia. La eficacia de las lociones se estimó mediante la fórmula de Abbott, método estándar recomendado por la *World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology* (WAAVP) para la evaluación de ectoparasiticidas. Según Marchiondo et al., (2013), la expresión general de la fórmula es:

$$Eficacia\ (\%) = \frac{C - T}{C} * 100$$

donde:

C = número (o media) de parásitos vivos registrados en el grupo control (placebo)

T = número (o media) de parásitos vivos observados en el grupo tratado

De acuerdo con las recomendaciones de la WAAVP, cuando los conteos de ectoparásitos presentan distribución asimétrica y elevada variabilidad (situación frecuente en infestaciones

naturales), se recomienda el uso de la media geométrica en lugar de la media aritmética, con el fin de minimizar la influencia de valores extremos y obtener una estimación más representativa de la carga parasitaria.

A partir de este marco general, se realizaron las siguientes adaptaciones metodológicas según el tipo de ectoparásito evaluado:

Adaptaciones Específicas para Pulgas: la eficacia se calculó con la media geométrica del número de pulgas vivas recuperadas mediante peinado en cada tiempo de evaluación; las pulgas recuperadas fueron retiradas y eliminadas después de cada observación, por lo que cada evaluación representó una medición independiente; los valores de C y T correspondieron, por tanto, a las medias geométricas del grupo placebo y del grupo tratado, respectivamente.

Adaptaciones Específicas para Garrapatas: la eficacia se calculó sobre el número de garrapatas vivas remanentes en cada tiempo de evaluación; además, para el cálculo de la mortalidad directa acumulada se excluyó la carga parasitaria basal (Día 0) del denominador, que se restringió a las garrapatas removidas y remanentes, con las que se interactuó físicamente. Esta adaptación permitió evitar el sesgo por pérdida ambiental propio de los ensayos de campo y obtener un reflejo más exacto de la potencia biocida de las formulaciones. La fórmula de Abbott propiamente dicha se aplicó sobre el número de garrapatas vivas remanentes.

Índice de Eficacia Relativa Respecto al Tratamiento de Referencia (IER). Además de calcular la eficacia de Abbott frente al placebo, se determinó el Índice de Eficacia Relativa (IER) para comparar el desempeño de los extractos con el fipronil, utilizado como control positivo. La elección de este tratamiento como parámetro de comparación se fundamentó en estudios de eficacia antiparasitaria que han empleado productos comerciales con fipronil como tratamiento de referencia para valorar la reducción de infestaciones por pulgas (Hellmann et al., 2007). En el presente estudio, el IER se calculó mediante:

$$IER\ (\%) = \frac{Eficacia\ Abbott\ del\ extracto}{Eficacia\ Abbott\ del\ fipronil} * 100$$

Esto permitió expresar el desempeño de cada extracto en términos relativos respecto al tratamiento de referencia en cada tiempo de evaluación.

Interpretación:

Valores cercanos a 100 % indicaron una eficacia comparable a la del control positivo.

Valores superiores a 100 % indicaron una eficacia puntual ligeramente mayor que la del fipronil.

Valores inferiores a 100 % reflejaron una menor eficacia relativa.

El IER se estimó de forma puntual en cada periodo de observación y no representó eficacia acumulada. Este índice se aplicó tanto a la actividad pulguicida como a la actividad garrapaticida.

Análisis Estadístico. El procedimiento analítico consta de dos cálculos: el análisis descriptivo y el inferencial, que a continuación se detallan.

Estadística Descriptiva. Se calcularon las siguientes medidas descriptivas:

Actividad pulguicida: media geométrica del número de pulgas vivas, mediana y rango intercuartílico (IRC = Q3 − Q1) por tratamiento y tiempo de evaluación.

Actividad garrapaticida: media aritmética, error estándar de la media, desviación estándar, mínimo y máximo del número de garrapatas vivas remanentes en línea base, 30 minutos, 90 minutos y 48 horas.

Porcentajes de mortalidad directa (pulgas) y mortalidad directa acumulada (garrapatas).

Porcentajes de eficacia de Abbott e Índice de Eficacia Relativa para ambas actividades.

Estadística Inferencial. Este análisis consistió en pruebas específicas diferentes, según la actividad bajo análisis; por tanto, se detallan a continuación el análisis inferencial para la actividad pulguicida y el análisis para la actividad garrapaticida.

Actividad Pulguicida. Debido a la naturaleza de conteo y a la ausencia de normalidad de los datos, se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (ajustada por empates) en cada tiempo de evaluación para comparar el número de pulgas vivas y la mortalidad entre los cuatro tratamientos. Cuando se detectaron diferencias significativas ($p < 0,05$), se realizaron comparaciones *post hoc* mediante la prueba de Dunn con corrección de Bonferroni, con el fin de determinar entre qué tratamientos había diferencias en el número de pulgas vivas o en la mortalidad; se ajustaron los valores de p para controlar el riesgo de falsos positivos por comparaciones múltiples.

***Actividad Garrapaticida*.** Se verificaron previamente los supuestos paramétricos:

Normalidad: prueba de Shapiro-Wilk.

Homogeneidad de varianzas: prueba de Levene.

La prueba de Shapiro-Wilk confirmó el cumplimiento del supuesto de normalidad en la línea base, a los 30 minutos y a los 90 minutos ($p > 0,05$), sin embargo, a las 48 horas los datos no presentaron distribución normal ($p < 0,05$); a pesar de esta desviación del supuesto de normalidad en el último tiempo de evaluación, se decidió mantener el uso del ANOVA de un factor por las siguientes razones metodológicas:

Diseño experimental balanceado: cada grupo contó con el mismo número de réplicas ($n = 10$), condición que aumenta la robustez del ANOVA frente a desviaciones moderadas de la normalidad.

Cumplimiento del supuesto de homogeneidad de varianzas: la prueba de Levene resultó no significativa en los tres tiempos de evaluación, incluida la de 48 horas ($p = 0,064$). La

homogeneidad de varianzas es el supuesto más crítico para la validez del ANOVA; cuando este se cumple, la prueba mantiene un control adecuado del riesgo de falsos positivos incluso ante desviaciones de normalidad (Blanca et al., 2017).

Robustez del ANOVA: autores como Schmider et al., (2010) y guías estadísticas señalan que el ANOVA es relativamente robusto a la falta de normalidad cuando los tamaños de muestra son iguales y las varianzas son homogéneas, especialmente con $n \geq 10$ por grupo.

Consistencia analítica: se consideró preferible mantener el mismo modelo paramétrico en todos los tiempos de evaluación para facilitar la comparabilidad de los resultados, en lugar de cambiar a una prueba no paramétrica únicamente en el último punto de observación.

En consecuencia, se aplicó ANOVA de un factor a los tiempos de evaluación especificados. Cuando el ANOVA resultó significativo ($p < 0,05$), se realizaron comparaciones múltiples *post hoc* mediante la prueba de Tukey (HSD). Su finalidad fue identificar entre cuáles tratamientos existían diferencias en el número de garrapatas remanentes, mediante comparaciones múltiples por parejas, lo que controló el riesgo de encontrar diferencias significativas por azar. El nivel de significancia establecido para todas las pruebas fue $\alpha = 0,05$.

Evaluación de Reacciones Adversas y Consideraciones Éticas. Durante todo el periodo de seguimiento se realizó observación clínica sistemática de signos de irritación cutánea, eritema, prurito, edema, alteraciones del comportamiento u otras manifestaciones clínicas atribuibles a los tratamientos. El estudio se ejecutó en animales con infestación natural bajo condiciones de campo, en las que se priorizó el bienestar animal; se registró la ausencia o presencia de reacciones adversas asociadas a cualquiera de los tratamientos evaluados, de acuerdo con las recomendaciones de *la World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology* (WAAVP).

Dinámica de Mortalidad Directa Acumulada

Es necesario precisar que el cómputo de la mortalidad directa acumulada se estructuró de forma estrictamente independiente a la carga parasitaria basal (Día 0) registrada en la línea base. Al tratarse de un ensayo clínico ejecutado en condiciones de campo, la inclusión del conteo inicial en el denominador habría introducido un sesgo por subestimación de la letalidad real, derivado de la pérdida natural o ambiental de parásitos en el entorno doméstico de los caninos.

Por consiguiente, el modelo matemático restringió el denominador a la población histórica real de garrapatas removidas y remanentes con las que se interactuó físicamente en cada inspección, esto garantizó un reflejo exacto y no sesgado de la potencia biocida acumulada de las formulaciones a lo largo del tiempo.

Resultados

Características Demográficas de la Muestra en Estudio

Tabla 2. *Caracterización demográfica de la muestra canina según edad y sexo*

		Hembra	Macho	Total
Edad	1-3 años	7	6	13
	4-6 años	4	13	17
	7-9 años	2	7	9
	10-13 años	0	1	1
Total		13	27	40

Nota. Datos recolectados del registro experimental de caninos en la Universidad Central de Nicaragua (UCN), sede Jinotepe, 2026.

La tabla presenta una muestra con predominio de caninos machos y una concentración de las edades entre 1 y 6 años. El grupo de 4 a 6 años es el más representativo y presenta una marcada presencia de machos. En contraste, el intervalo de 1 a 3 años mantiene una distribución más equilibrada entre ambos sexos.

A partir de los 7 años se observa una menor representación de animales, acompañada de un predominio de machos. En términos descriptivos, la muestra se caracteriza principalmente por machos de edad adulta joven, mientras que las hembras tienen una mayor presencia relativa en los grupos de menor edad. Esta composición debe considerarse al interpretar los resultados posteriores de la evaluación de las lociones, aunque la tabla por sí sola no permite establecer una relación estadística entre la edad y el sexo.

Tabla 3. *Caracterización de la muestra canina según peso corporal y sexo*

peso	Sexo del canino		Total
	Hembra	Macho	
0-11 kg	8	8	16
12-16 kg	1	13	14
17-21 kg	2	3	5
22-26 kg	2	1	3
27-31 kg	0	2	2
Total	13	27	40

Nota. Datos recolectados del registro experimental de caninos en la Universidad Central de Nicaragua (UCN), sede Jinotepe, 2026.

Respecto al peso corporal, se identifica el predominio de un perfil de animales de peso ligero a mediano. El 75,0% presentó un peso igual o inferior a 16 kg. Solo el 25,0% superó los 16 kg, de los cuales, los menos frecuentes fueron los ejemplares con pesos superiores a 22 kg (12,5%). El análisis por sexo evidenció diferencias importantes: las hembras se concentraron mayoritariamente en el rango de 0 a 11 kg (61,5%), mientras que casi la mitad de los machos (48,1%) se ubicó entre 12 y 16 kg, lo que sugiere que los machos presentaron, en términos generales, un mayor peso corporal que las hembras.

Tabla 4. *Caracterización de la muestra canina según raza y sexo*

Raza	Hembra	Macho	Total
Bichón	0	1	1
Bóxer	0	1	1
Criollo (Mestizo)	10	23	33
Husky	0	1	1
Labrador	1	0	1
Pastor	1	0	1
Pitbull	1	0	1
Terrier	0	1	1
Total	13	27	40

Nota. Datos recolectados del registro experimental de caninos en la Universidad Central de Nicaragua (UCN), sede Jinotepe, 2026.

En cuanto a la raza, se observó una marcada predominancia de los caninos criollos, que representaron el 82,5% de los animales evaluados. Esta elevada proporción indica que los resultados reflejan principalmente el comportamiento de esta población. Las demás razas estuvieron representadas por un solo ejemplar cada una (2,5%), por lo que no constituyen grupos con suficiente representatividad para establecer comparaciones entre razas. Además, el predominio de la raza criolla fue evidente en ambos sexos, aunque fue más marcado en los machos (85,2%) que en las hembras (76,9%).

Actividad Pulguicida de las Lociones

Tabla 5. *Eficacia pulguicida medida en conteo de pulgas vivas según formulación y período de exposición*

n=10	Loción en aceite de olivo			Loción en aceite de palma			Placebo			Fipronil		
	30 min	90 min	48h	31 min	90 min	48h	32 min	90 min	48h	33 min	90 min	48h
Media geométrica	3.52	1.48	0.37	10.23	8.05	1.84	11.44	8.17	6.61	2.15	0.64	0.47
Mediana	3.50	1.50	0.00	11.00	7.50	2.00	12.50	8.50	6.00	2.00	1.00	0.50
RIC	8	6	2	4	3	2	4	3	2	2	1	1

Nota. n = 10 caninos por grupo de tratamiento (total N = 40). RIC = Rango intercuartílico. Los períodos de evaluación corresponden a 30 minutos, 90 minutos y 48 horas posteriores a la aplicación tópica. El grupo placebo consistió en el vehículo sin principio activo, mientras que el fipronil se utilizó como control positivo. Las diferencias en el conteo de pulgas vivas entre los tiempos de evaluación y los tratamientos fueron analizadas mediante la prueba de Friedman para medidas repetidas y la prueba de Kruskal-Wallis con posprueba de Dunn para comparaciones múltiples ($p < 0.05$). Datos recolectados del ensayo antiparasitario preclínico en la Universidad Central de Nicaragua (UCN), sede Jinotepe, 2026.

Se evidencian diferencias en el comportamiento de las lociones evaluadas respecto al número de pulgas vivas a lo largo de los tres periodos de observación. En términos generales, se aprecia una reducción progresiva de la infestación en los grupos tratados con la loción en aceite de olivo, la loción en aceite de palma y el fipronil, mientras que el grupo placebo mantuvo una elevada carga parasitaria durante todo el periodo de evaluación, lo que confirma la ausencia de un efecto pulguicida atribuible al vehículo utilizado.

El producto vegetal en aceite de olivo presentó una disminución sostenida de la media geométrica; este comportamiento fue consistente con la reducción observada en la mediana, que

alcanzó un valor de 0 al finalizar el estudio, lo que indica que al menos la mitad de los animales tratados no presentaban pulgas vivas a las 48 horas. La disminución del rango intercuartílico, de 8 a 2, sugiere además una respuesta cada vez más homogénea entre los individuos, que refleja un efecto pulguicida consistente del tratamiento.

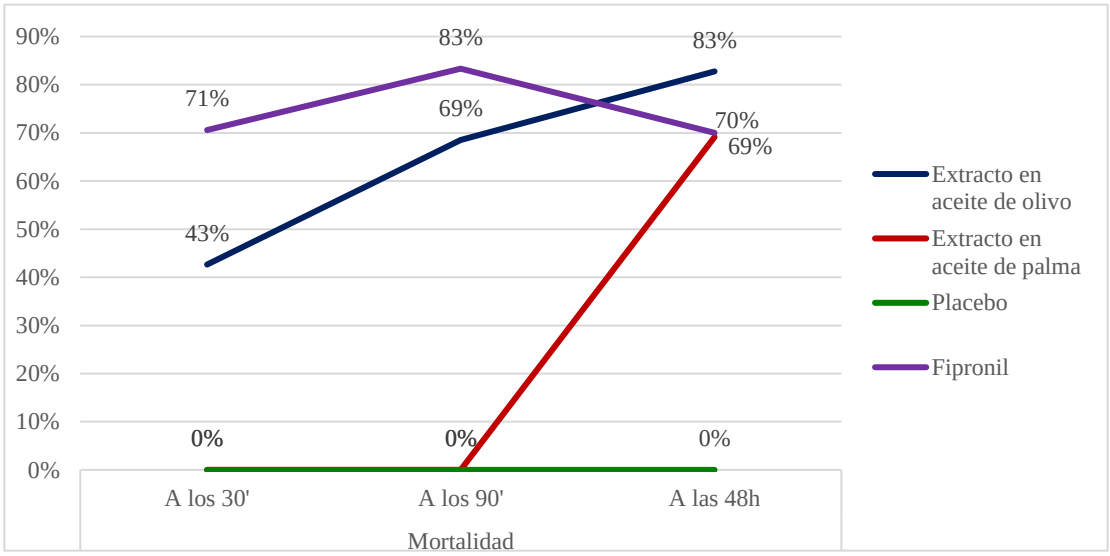
En contraste, la loción vegetal en aceite de palma mostró una respuesta más lenta. Aunque el conteo de pulgas vivas disminuyó entre los 30 minutos y las 48 horas, los conteos iniciales fueron superiores a los observados en la loción con aceite de olivo y en el fipronil. Esto indica que, si bien el tratamiento logró reducir la infestación con el paso del tiempo, su velocidad de acción fue menor y el control de las pulgas resultó menos eficiente durante las primeras evaluaciones.

El grupo placebo presentó los mayores conteos de pulgas vivas durante todo el estudio, con una disminución mínima en los diferentes tiempos de evaluación. La permanencia de valores elevados en este grupo evidencia que la reducción observada en los tratamientos no se debió únicamente al paso del tiempo o a factores externos. En contraste, el fipronil mostró una reducción progresiva de la carga parasitaria, con los menores valores al finalizar el estudio. Este comportamiento coincide con su función como tratamiento de referencia y permite establecer un punto de comparación para las lociones experimentales.

La loción de aceite de olivo presentó un comportamiento descriptivo cercano al fipronil, principalmente a las 48 horas, cuando ambos tratamientos registraron medias geométricas inferiores a una pulga viva por animal. Este resultado evidencia una marcada reducción de la carga parasitaria en comparación con el placebo. Por su parte, la loción de aceite de palma mostró una eficacia intermedia entre los tratamientos evaluados. En conjunto, los resultados descriptivos sugieren un mayor efecto del aceite de olivo frente al aceite de palma.

Mortalidad Inducida por las Lociones

Figura 1. *Porcentaje de mortalidad de pulgas según tipo de formulación y período de exposición*



Nota. Valores expresados en porcentaje de mortalidad ectoparasiticida acumulada (n = 10 caninos por grupo de tratamiento). Se evaluó el efecto de las lociones de romero y anis formuladas en aceite de olivo y en aceite de palma, un placebo (vehículo) y fipronil como control positivo en intervalos de 30 minutos, 90 minutos y 48 horas. Datos recolectados en el ensayo preclínico de la Universidad Central de Nicaragua (UCN), sede Jinotepe, 2026.

Los resultados permiten distinguir tres perfiles cinético-insecticidas claramente diferenciados: fipronil (control positivo), mostró una acción rápida e intensa, que alcanzó 71 % a los 30 min y 83 % a los 90 min. A las 48 h registró 70 %, variación atribuible a la extracción e independización de las poblaciones de pulgas muestreadas en cada tiempo analítico.

Extracto en aceite de olivo (caso 1), presentó un efecto gradual y ascendente, el cual alcanzó su máxima capacidad insecticida a las 48 h, equiparable al pico del fipronil.

Extracto en aceite de palma (caso 2) evidenció una respuesta tardía, con 0 % de mortalidad inicial y un incremento hasta 69 % a las 48 h, condicionada por un mayor tiempo de

exposición y, finalmente, placebo (control negativo) mantuvo 0 % de mortalidad global, lo que validó la inocuidad del vehículo y la bioactividad intrínseca de los principios activos.

Es fundamental diferenciar la mortalidad puntual (% de parásitos muertos recuperados en cada intervalo) de la eficacia corregida cuantificada mediante la fórmula de eficacia de Abbott, la cual evalúa la reducción global de parásitos vivos frente al grupo placebo considerando el sesgo de remoción continua.

De esta forma, un tratamiento puede presentar una elevada eficacia al reducir el número de pulgas vivas recuperadas, aun cuando el porcentaje de mortalidad observado en un período específico sea menor, debido a que las pulgas recuperadas en evaluaciones anteriores fueron retiradas y eliminadas y no formaron parte de las observaciones posteriores.

Eficacia Pulguicida

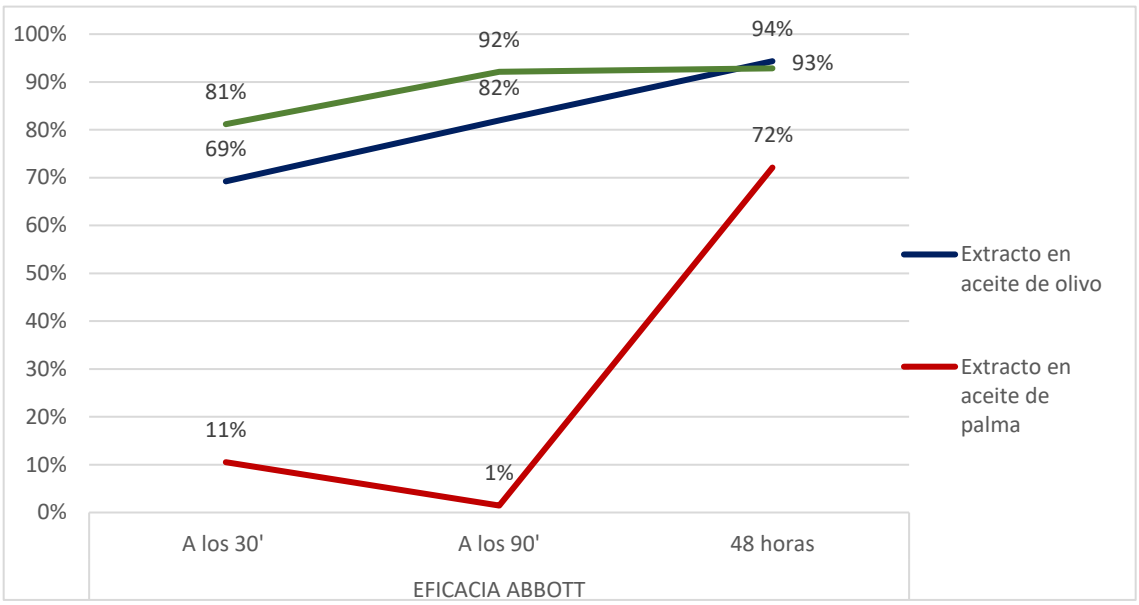
Tabla 6. *Media geométrica del conteo de pulgas vivas según vehículo de la formulación fitofarmacéutica y tiempo de exposición*

	A los 30 min	A los 90 min	A las 48 horas
Loción de romero y anís en aceite de oliva	3.52	1.48	0.37
Loción de romero y anís en aceite de palma	10.23	8.05	1.84
Placebo (Vehículo sin extractos)	11.44	8.17	6.61
Fipronil (Control positivo)	2.15	0.64	0.47

Nota. n = 10 caninos por grupo de tratamiento (total N = 40). Las lociones evaluadas contienen una combinación de extractos botánicos de romero (*R. officinalis*) y anís (*I. verum*). Los valores representan la media geométrica del conteo de pulgas (*Ctenocephalides felis*) vivas por sujeto. Datos recolectados del ensayo preclínico en la Universidad Central de Nicaragua (UCN), sede Jinotepe, 2026.

Se observó una disminución progresiva de las pulgas vivas en los tratamientos activos. El fipronil y el extracto en aceite de olivo presentaron una reducción sostenida y similar de la carga parasitaria. El aceite de palma mostró una reducción menor, mientras que el placebo mantuvo los mayores conteos durante todo el estudio.El efecto del extracto puede relacionarse con la acción combinada de compuestos del romero y el anís, con actividad neurotóxica e insecticida. El aceite de olivo podría favorecer la liberación de estos principios activos, explicando su comportamiento cercano al fipronil. En cambio, la mayor viscosidad del aceite de palma podría retardar su liberación.

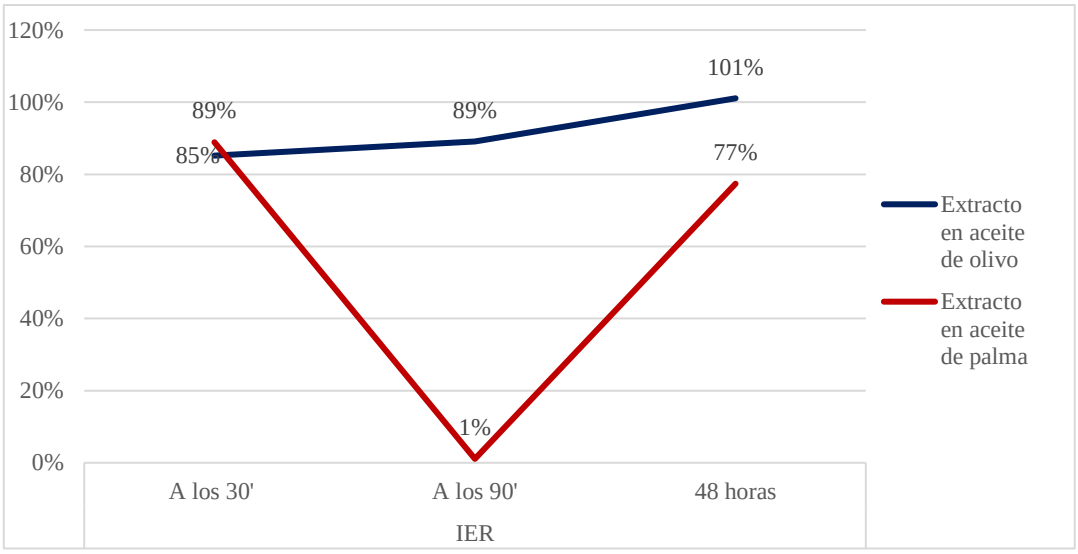
Figura 2. *Eficacia ectoparasiticida corregida según la fórmula de Abbott para lociones fitofarmacéuticas en función del tiempo*



Nota. Se comparó la eficacia de la loción de romero (R. officinalis) y anís (I. verum) formulada en aceite de oliva y aceite de palma, frente al fipronil, durante 30 minutos, 90 minutos y 48 horas. Las diferencias entre tratamientos se evaluaron mediante Kruskal-Wallis y la prueba de Dunn, considerando significancia de $p < 0.05$.. Datos recolectados del ensayo preclínico en la Universidad Central de Nicaragua (UCN), sede Jinotepe, 2026.

La eficacia corregida de Abbott mostró diferencias según el vehículo lipídico empleado. La loción en aceite de oliva presentó una acción rápida, con 69% de eficacia a los 30 minutos y 82% a los 90 minutos, valores cercanos al fipronil. Este comportamiento podría relacionarse con las características del aceite de oliva, que favorecen la difusión de los principios activos hacia la cutícula de Ctenocephalides felis. En contraste, el aceite de palma presentó una respuesta inicial baja, con 11% a los 30 minutos y 1% a los 90 minutos, pero alcanzó 72% a las 48 horas. Este patrón sugiere una liberación más lenta de los compuestos activos. La mayor concentración de ácidos grasos saturados podría favorecer su retención en la matriz, retrasando su acción.

Figura 3. *Índice de eficacia relativa (IER) de las formulaciones fitofarmacéuticas en comparación con el* control positivo fipronil



Nota. El Índice de Eficacia Relativa (IER) representa la proporción porcentual de eficacia de cada formulación en relación con el control positivo comercial Fipronil. Las lociones contienen extractos de romero (*R. officinalis*) y anís (*I. verum*) vehiculizados en aceite de oliva y aceite de palma (n = 10 caninos por grupo, N = 40). Las evaluaciones se realizaron a los 30 min, 90 min y 48 h post-aplicación. Las diferencias significativas entre el IER de las lociones y el estándar sintético se determinaron mediante la prueba de Kruskal-Wallis y pos-prueba de Dunn ($p < 0.05$). Datos recolectados del ensayo preclínico en la Universidad Central de Nicaragua (UCN), sede Jinotepe, 2026.

El análisis del IER, permite contrastar directamente el desempeño de las formulaciones botánicas frente al estándar sintético fipronil; la loción vehiculizada en aceite de oliva mantuvo una eficacia sostenida y superior a lo largo del tiempo, iniciando con un IER del 85% a los 30 minutos, 89% a los 90 minutos y alcanzando un 101% a las 48 horas. Un valor de IER superior al 100% indica que, en la fase tardía, el extracto en aceite de oliva superó la respuesta ectoparasiticida del fipronil. Este comportamiento biofarmacéutico refleja la excelente capacidad

penetrante del ácido oleico y la baja viscosidad cinemática de la matriz de oliva, la cual garantiza una cesión ininterrumpida de los monoterpenos neurotóxicos (*trans*-anetol y 1,8-cineol) hacia la cutícula del ectoparásito (*Ctenocephalides felis*).

Por otro lado, la formulación en aceite de palma exhibió una conducta atípica y fluctuante: comenzó con un IER alto a los 30 minutos (89%), seguida de una caída abrupta al 1% a los 90 minutos, y una recuperación posterior del 77% a las 48 horas. Desde la tecnología farmacéutica, el pico inicial sugiere una liberación superficial rápida de los aceites esenciales no atrapados en el vehículo, mientras que el colapso posterior a los 90 minutos responde al atrapamiento mecánico de las moléculas volátiles dentro de la matriz cristalizada de triglicéridos saturados (ácido palmítico).

La recuperación observada a las 48 horas responde a un proceso de erosión o relajación estructural lenta de la grasa de palma, lo que permite la liberación tardía del fármaco sobre la piel del hospedador.

Comparación de Eficacia Pulguicida entre las Lociones

Tabla 7. *Prueba de Kruskal-Wallis para la comparación del conteo de pulgas vivas entre grupos de tratamiento según período de exposición*

Variable estadística	30 min	90 min	48 min
N total	40	40	40
Estadístico de prueba *H*	28,075[a]	30,457[a]	28,685[a]
Grado de libertad (*gl*)	3	3	3
Significación asintótica (p-valor)	<0,001	<0,001	<0,001

Nota. N = 40 caninos distribuidos equitativamente en cuatro grupos de tratamiento (n = 10 por grupo). *H* representa el estadístico de prueba de Kruskal-Wallis. [a]= las estadísticas de prueba fueron ajustadas para empates o rangos ligados. Los períodos de evaluación corresponden a los tiempos transcurridos tras la aplicación tópica de las formulaciones. El nivel de significancia se fijó en α = 0.05. Datos recolectados del ensayo preclínico en la Universidad Central de Nicaragua (UCN), sede Jinotepe, 2026.

Como se observa, los resultados evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en los tres momentos analizados; esto indica que las lociones evaluadas no presentaron un comportamiento homogéneo respecto a la supervivencia de las pulgas, lo que evidencia que la respuesta parasiticida estuvo condicionada por el tratamiento aplicado.

La diferencia significativa observada desde los primeros 30 minutos demuestra que las lociones presentaron distintas velocidades de acción sobre la población de pulgas; este comportamiento sugiere que algunos tratamientos iniciaron un proceso de eliminación más rápido, mientras que otros mostraron una respuesta más lenta durante la fase inicial de exposición. La persistencia de diferencias estadísticas a los 90 minutos y a las 48 horas confirma que el efecto de las lociones no fue únicamente inmediato, sino que mantuvo un patrón diferencial de actividad durante el periodo de seguimiento. En este sentido, la reducción de

pulgas vivas estuvo directamente relacionada con la composición y capacidad insecticida de cada producto evaluado.

El valor más elevado del estadístico de prueba se obtuvo a los 90 minutos (H=30,457; p<0,001), lo cual evidencia que en este periodo se presentó la mayor separación entre los rangos correspondientes a los tratamientos. Este resultado puede interpretarse como una fase donde las diferencias en la eficacia de las lociones fueron más evidentes, posiblemente debido a que los productos con mayor actividad pulguicida lograron una disminución más marcada de individuos vivos en comparación con aquellos de menor efecto. Por tanto, este momento representa un punto relevante para valorar la rapidez de acción de los tratamientos aplicados.

Después de 48 horas, la prueba continuó mostrando diferencias significativas entre los grupos, lo que indica que las variaciones en la eficacia de las lociones permanecieron incluso después de un periodo prolongado de exposición.

Tabla 8. *Prueba Post Hoc de Dunn con Corrección de Bonferroni para la comparación pareada del conteo de pulgas vivas entre tratamientos*

Tiempo	Comparación entre tratamientos	Estadístico de prueba	Sig. ajustada (Bonferroni)	Interpretación
30 min	Fipronil – Loción en aceite de oliva	4.400	1.000	No significativa
	Loción en aceite de oliva – loción en aceite de palma	-16.250	0.011	Significativa
	Loción en aceite de oliva – Placebo	-17.750	0.004	Significativa
	Loción en aceite de palma – Placebo	-1.500	1.000	No significativa
90 min	Fipronil – Loción en aceite de oliva	4.600	1.000	No significativa
	Loción en aceite de oliva – Loción en aceite de palma	-17.550	0.004	Significativa
	Loción en aceite de oliva – Placebo	-17.850	0.004	Significativa
	Loción en aceite de palma – Placebo	-0.300	1.000	No significativa
48 h	Loción en aceite de oliva – Fipronil	-1.050	1.000	No significativa
	Loción en aceite de oliva – Loción en aceite de palma	-11.300	0.164	No significativa
	Loción en aceite de oliva – Placebo	-24.050	<0.001	Significativa
	Loción en aceite de palma – Placebo	-12.750	0.077	No significativa

Nota. N = 40 caninos (n = 10 por grupo). Los valores corresponden a la prueba *post hoc* de Dunn sobre los rangos medios del conteo de pulgas (*Ctenocephalides felis*) vivas. El nivel de significancia ajustado mediante el método de Bonferroni se estableció en $p < 0.05$. Datos recolectados del ensayo preclínico en la Universidad Central de Nicaragua (UCN), sede Jinotepe, 2026.

El análisis de comparaciones múltiples de Dunn con ajuste de Bonferroni permitió evaluar el efecto diferencial de los tratamientos sobre la supervivencia de *Ctenocephalides felis*, en el que se asume que una menor carga de parásitos vivos refleja una mayor eficacia ectoparasiticida. Los resultados evidenciaron variaciones significativas en la cinética de respuesta de las formulaciones a lo largo del periodo de observación.

A los 30 minutos post-aplicación, la loción fitofarmacéutica en aceite de oliva presentó una reducción en el conteo de pulgas estadísticamente superior ($p < 0.05$) a la observada en la loción en aceite de palma y en el grupo placebo. Sin embargo, no se registraron diferencias significativas ($p = 1.000$) al compararla con el control positivo (fipronil), lo que demuestra un efecto de derribo (*knockdown*) equivalente entre el producto botánico en matriz de oliva y el estándar sintético desde la fase inicial.

A los 90 minutos se mantuvo este patrón biofarmacéutico: el tratamiento en aceite de oliva conservó su superioridad estadística frente al aceite de palma y al placebo, sin manifestar diferencias significativas con respecto al fipronil ($p = 1.000$). Esto confirma la capacidad de los principios activos del extracto (*R. officinalis* e *I. verum*) vehiculizados en oliva para sostener una rápida disponibilidad cuticular y modificar la supervivencia parasitaria de forma comparable al ectoparasiticida de referencia.

A las 48 horas, las variaciones entre los tratamientos activos se atenuaron; la loción en aceite de oliva mantuvo su equivalencia estadística con el fipronil y no mostró diferencias significativas frente a la loción en aceite de palma ($p = 0.164$), lo que sugiere una convergencia en la eficacia residual a tiempo prolongado debida a la liberación tardía del activo en la matriz de palma. No obstante, la loción en aceite de oliva conservó una diferencia altamente significativa frente al placebo ($p < 0.001$), lo cual confirma un efecto parasiticida sostenido e inherente a la formulación.

Actividad Garrapaticida de las lociones

Tabla 9 . *Estadística descriptiva del conteo de garrapatas vivas remanentes en función del tiempo de exposición*

Estadística	Línea base	Post-30 min	Post-90 min	Post-48 h
N válido	40	40	40	40
N perdidos	0	0	0	0
Media	9.48	9.48	9.40	5.85
Error estándar de la media (EEM)	0.547	0.547	0.528	0.703
Desviación estándar (SD)	3.457	3.457	3.342	4.447
Mínimo	3	3	3	0
Máximo	16	16	16	15

Nota. N = 40 caninos evaluados en el ensayo. Los datos corresponden al conteo absoluto de garrapatas vivas adheridas o remanentes por sujeto en la línea base y en tres puntos temporales post-tratamiento. Datos recolectados del ensayo ectoparasiticida preclínico en la Universidad Central de Nicaragua (UCN), sede Jinotepe, 2026.

El número promedio de garrapatas vivas permaneció prácticamente estable entre la línea base y los tres momentos de medición, lo que evidenció un efecto inicial limitado de las lociones sobre la supervivencia del parásito. Sin embargo, a las 48 horas la media disminuyó, lo que indica una reducción importante y sugiere una mayor actividad garrapaticida con el incremento del tiempo de exposición. Además, la desviación estándar aumentó en la evaluación final, lo cual refleja una respuesta más heterogénea entre los caninos

Análisis de Supuestos Paramétricos

Prueba de Normalidad. La prueba de Shapiro-Wilk mostró un estadístico de 0,966 y un valor de significancia de 0,263 ($p > 0,05$), por lo que no se rechazó la hipótesis de normalidad. En consecuencia, la variable de garrapatas iniciales presentó una distribución normal, lo que

permitió asumir el cumplimiento de este supuesto para la aplicación de pruebas estadísticas paramétricas.

Análisis de Homogeneidad Inicial de las Varianzas y Cargas Parasitarias. Tras confirmar la distribución de los datos, se procedió a verificar la homogeneidad matemática y biológica de los grupos experimentales en la línea base antes de la aplicación de los tratamientos

Tabla 11
Pruebas de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Garrapatas iniciales	Se basa en la media	1,026	3	36	,393
	Se basa en la mediana	,551	3	36	,651
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,551	3	27,081	,652
	Se basa en la media recortada	,911	3	36	,445

Nota: Se asumió homogeneidad de varianzas cuando **p > 0,05.** Datos recolectados del ensayo ectoparasiticida preclínico en la Universidad Central de Nicaragua (UCN), sede Jinotepe, 2026

La prueba de homogeneidad de varianzas mediante el estadístico de Levene (Tabla 11) mostró una significancia de 0,393, superior al nivel establecido de 0,05. Este resultado indica que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las varianzas de los grupos respecto al número inicial de garrapatas. Por tanto, se consideró satisfecho el supuesto de homogeneidad de varianzas, lo que indica una variabilidad comparable de la infestación inicial entre los grupos de tratamiento. Este resultado proporcionó las condiciones estadísticas necesarias para aplicar un ANOVA de un factor y determinar si existían diferencias significativas en el número inicial de garrapatas entre los tratamientos evaluados.

Tabla 12. *ANOVA de un factor: número de garrapatas iniciales*

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	78,475	3	26,158	2,430	,081
Dentro de grupos	387,500	36	10,764		
Total	465,975	39			

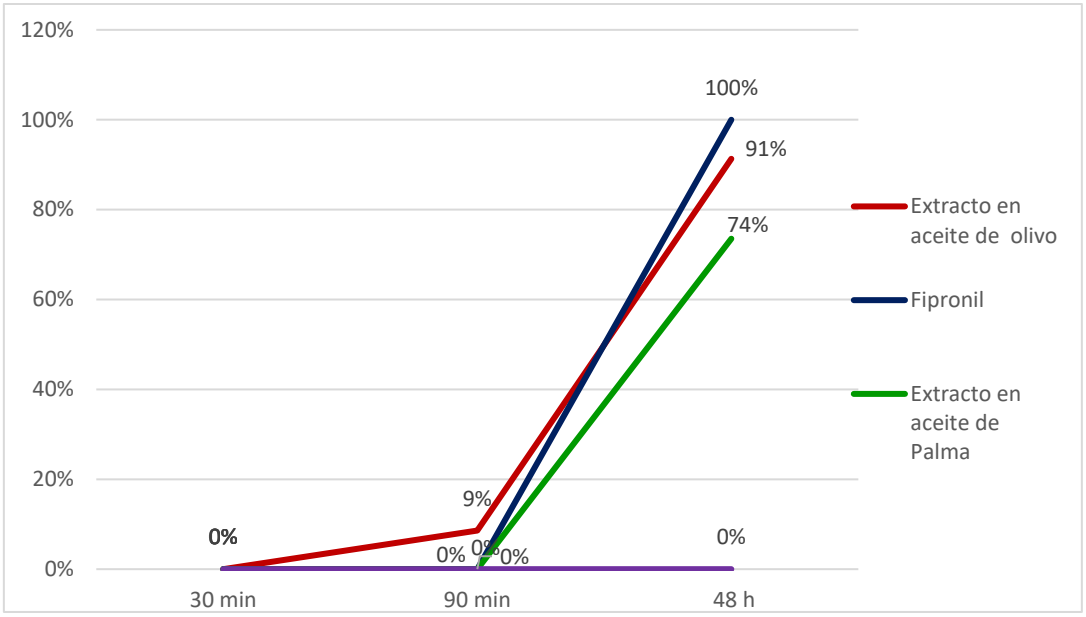
Nota: *gl* = grados de libertad; *F* = estadístico de Fisher del análisis de varianza; *Sig.* = significancia estadística (valor *p*). Datos recolectados del ensayo ectoparasiticida preclínico en la Universidad Central de Nicaragua (UCN), sede Jinotepe, 2026

El análisis de varianza de un factor (Tabla 12) no identificó diferencias estadísticamente significativas en el número inicial de garrapatas entre los grupos (F = 2,430; p = 0,081), lo que confirmó que todos iniciaron el estudio con una carga parasitaria comparable. Esta homogeneidad inicial fortaleció la validez del diseño experimental y permitió atribuir los cambios posteriores al efecto de las lociones evaluadas.

En general, los resultados preliminares evidenciaron el cumplimiento de los supuestos para la aplicación de pruebas paramétricas y respaldaron el uso del ANOVA y de la prueba post-hoc de Tukey. La equivalencia inicial entre los grupos redujo el riesgo de sesgos y aportó mayor solidez a la interpretación de las diferencias observadas durante el seguimiento del estudio.

Mortalidad de Garrapatas

Figura 4 . *Porcentaje de mortalidad acumulada de garrapatas, según la formulación y el tiempo de exposición*



Nota. El gráfico muestra el porcentaje acumulado de mortalidad de garrapatas a los 30 min, 90 min y 48 h postaplicación, se comparan las formulaciones de extracto de *R. officinalis* e *I. verum* vehiculizadas en aceite de oliva (rojo) y aceite de palma (verde), frente al control positivo comercial fipronil (azul oscuro) y el control negativo/placebo (morado, 0% en todos los intervalos) (n = 10 caninos por grupo, N = 40). Las diferencias significativas entre tratamientos se determinaron mediante análisis no paramétrico para datos longitudinales ($p < 0.05$). Datos recolectados del ensayo preclínico en la Universidad Central de Nicaragua (UCN), sede Jinotepe, 2026.

El perfil de mortalidad acumulada de *Rhipicephalus sanguineus* s.l. revela una marcada latencia en la acción acaricida durante los primeros intervalos temporales (30 y 90 min), seguida de un incremento exponencial de la mortalidad alcanzado a las 48 horas post-aplicación. A los 30 minutos, ninguna de las formulaciones ni el control activo registraron mortalidad (0%). A los 90

minutos, la respuesta continuó siendo marginal, pues restringió un 9% de mortalidad en la loción en aceite de oliva y 0% para el fipronil y la loción en aceite de palma.

El verdadero efecto garrapaticida se consolida en la evaluación tardía de las 48 horas. El control positivo, alcanzó la efectividad letal completa (100%), seguido muy de cerca por la loción fitofarmacéutica en aceite de oliva, la cual logró un 91% de mortalidad acumulada. Por su parte, la formulación en aceite de palma alcanzó un 74% de mortalidad a las 48 horas, mientras que el grupo placebo se mantuvo inerte (0%).

Desde la tecnología farmacéutica y la biofarmacia, este comportamiento responde a la fisiología cuticular de la garrapata: el exoesqueleto quitinoso y la capa cérea epicuticular de *R. sanguineus* imponen una barrera de difusión mayor que la de los insectos como la pulga. La matriz de aceite de oliva, rica en ácido oleico, facilitó la partición e infiltración transcuticular sostenidas de los monoterpenos bioactivos (*trans*-anetol y 1,8-cineol), que logró una letalidad cercana a la del estándar sintético. En contraste, la alta viscosidad y estructura lipídica saturada del aceite de palma retardaron la cesión de los principios activos, al alcanzar una tasa de mortalidad inferior a las 48 horas.

Dinámica de Desprendimiento y Eficacia Temprana

Tabla 13. *Prueba de Levene para la evaluación del supuesto de homogeneidad de varianzas en el conteo de garrapatas remanentes según el tiempo de exposición*

Tiempo de evaluación	Estadístico de Levene (F)	gl_1	gl_2	Sig.
30 minutos	1,026	3	36	0,393
90 minutos	0,669	3	36	0,577
48 horas	2,645	3	36	0,064

Nota. N = 40 caninos distribuidos equitativamente en cuatro grupos de tratamiento (n = 10 por grupo). Las variables gl_1 y gl_2 representan los grados de libertad intergrupo e intragrupo, respectivamente. Criterio de decisión: se asumió homogeneidad de varianzas al obtener $p > 0.05$ en todos los cortes temporales. Datos recolectados del ensayo ectoparasiticida preclínico en la Universidad Central de Nicaragua (UCN), sede Jinotepe, 2026.

La prueba de Levene evidenció que las varianzas intergrupales del conteo de garrapatas remanentes se mantuvieron homogéneas a lo largo de todo el estudio. No se registraron diferencias estadísticamente significativas entre varianzas a los 30 minutos ni a las 48 horas post-aplicación. Al cumplirse la condición de homocedasticidad ($p > 0.05$ en cada punto temporal), en combinación con la distribución normal previa de los datos, se valida metodológicamente la aplicación del Análisis de Varianza (ANOVA) de un factor para cada periodo de evaluación.

Desde la óptica biofarmacéutica, es relevante destacar el comportamiento del valor de p a las 48 horas ($p = 0.064$). Aunque se mantiene dentro del umbral de homocedasticidad ($p > 0.05$), la proximidad al nivel de significancia refleja el incremento en la dispersión interna provocado por la divergencia en la eficacia de los tratamientos en la fase tardía (donde el fipronil y la loción en aceite de oliva reducen significativamente la carga parasitaria, mientras que el grupo placebo mantiene conteos elevados).

Tabla 14. *Análisis de Varianza (ANOVA) de un factor para el conteo de garrapatas remanentes por período de evaluación*

Periodo	Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.(p)
90 min	Entre grupos	93,400	3	31,133	3,275	,032
	Dentro de grupos	342,200	36	9,506		
	Total	435,600	39			
30 min	Entre grupos	78,475	3	26,158	2,430	,081
	Dentro de grupos	387,500	36	10,764		
	Total	465,975	39			
48 h	Entre grupos	494,100	3	164,700	21,405	,000
	Dentro de grupos	277,000	36	7,694		
	Total	771,100	39			

Nota. N = 40 caninos, distribuidos en cuatro grupos de tratamiento (n = 10 por grupo). gl = grados de libertad; F = estadístico de Fisher-Snedecor; p = nivel de significancia bilateral. Se consideraron significativas las diferencias cuando $p < 0.05$.. Datos recolectados del ensayo ectoparasiticida preclínico en la Universidad Central de Nicaragua (UCN), sede Jinotepe, 2026

El ANOVA evidenció una evolución temporal del efecto garrapaticida entre los tratamientos. A los 30 minutos no se observaron diferencias significativas entre los grupos ($F(3,36) = 2.430$; $p = 0.081$). A los 90 minutos, las diferencias alcanzaron significancia estadística ($F(3,36) = 3.275$; $p = 0.032$), indicando un inicio diferenciado del efecto. A las 48 horas, se observó la mayor separación entre tratamientos ($F(3,36) = 21.405$; $p < 0.001$), lo que evidencia un efecto más marcado en la fase tardía. En conjunto, los resultados sugieren que la eficacia garrapaticida aumenta con el tiempo de exposición.

Tabla 15. *Comparación de Medias del Conteo de Garrapatas Remanentes por Tratamiento y Período de Exposición Mediante la Prueba HSD de Tukey*

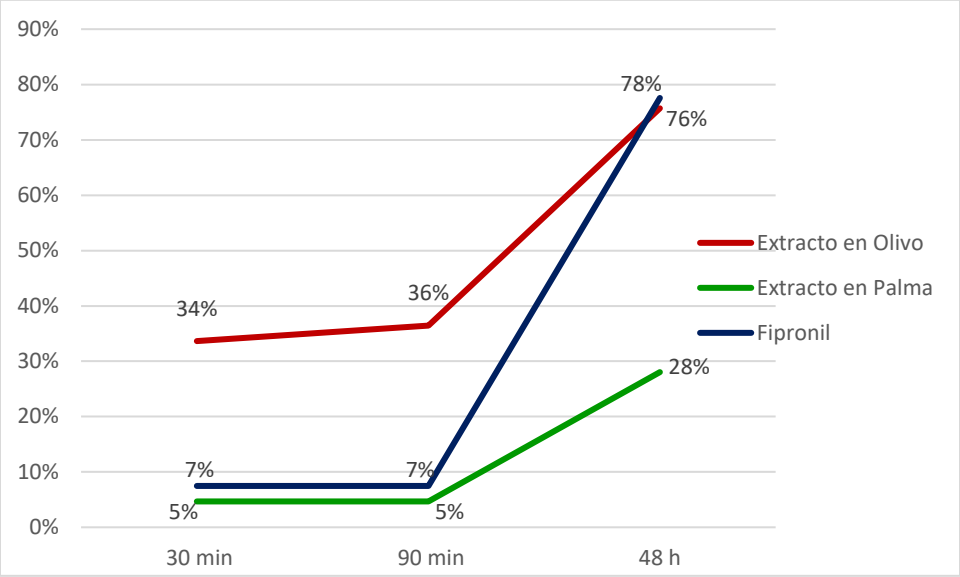
Tratamiento	30 min	90 min	48 horas
Loción en aceite de olivo	7,10	6,80*	2,60
Fipronil	9,90	9,90	2,40
Loción en aceite de palma	10,20	10,20	7,70
Placebo	10,70	10,70	10,70

Nota. N = 40 (n = 10 caninos por grupo). Los valores representan la media aritmética de garrapatas (*R. sanguineus* s.l.) remanentes por animal. *Diferencia estadísticamente significativa con respecto al grupo placebo mediante la prueba HSD de Tukey ($p < 0.05$). Datos recolectados del ensayo preclínico en la Universidad Central de Nicaragua (UCN), sede Jinotepe, 2026.

Se evidenció que la respuesta de las lociones se modificó conforme aumentó el tiempo de exposición. En la evaluación inicial no se identificaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, lo que indicó que ninguno logró reducir la carga de garrapatas de manera superior durante los primeros 30 minutos. Pero, la loción en aceite de olivo presentó la menor cantidad de garrapatas remanentes, lo que sugirió una tendencia favorable desde las primeras observaciones.

A los 90 minutos, la loción en aceite de oliva fue la única que redujo significativamente la carga de garrapatas (*Rhipicephalus sanguineus* s.l.) frente al placebo ($p < 0.05$), pues superó en rapidez inicial al Fipronil y al aceite de palma. Este efecto temprano responde a la capacidad del ácido oleico para acelerar la permeación cuticular de los monoterpenos bioactivos. A las 48 horas, tanto la formulación en aceite de oliva como el fipronil alcanzaron la mayor eficacia acaricida, ya que mostraron un desempeño estadísticamente equivalente entre sí. Se concluye que el vehículo de oliva otorga un inicio de acción acelerado y una eficacia sostenida comparable al estándar sintético comercial.

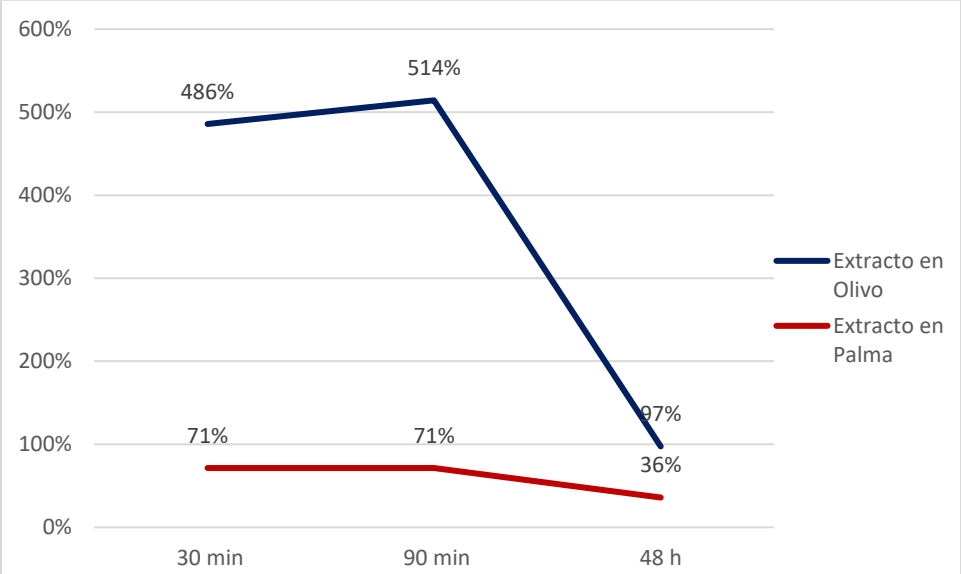
Figura 5. *Evolución de la eficacia acaricida ajustada según la fórmula de Abbott en el control de garrapatas remanentes (R. sanguineus)*



Nota. Porcentaje de eficacia de Abbott para lociones de *R. officinalis* e *I. verum* (vehículos de oliva y palma) frente a fipronil a los 30 min, 90 min y 48 h post-aplicación (n = 10, N = 40). Datos del ensayo ectoparasiticida preclínico sobre *R. sanguineus*, Universidad Central de Nicaragua, Jinotepe (2026).

La Figura evidencia diferencias clave en la eficacia de Abbott frente a *R. sanguineus* s.l. a los 30 minutos, la loción en aceite de oliva registró un 34% de eficacia, que superó al fipronil y al aceite de palma (5%). A los 90 minutos, la formulación en oliva ascendió al 36%, mientras que el de palma y el fipronil mantuvieron respuestas iniciales lentas. A las 48 horas, el aceite de oliva y el fipronil alcanzaron la mayor eficacia acaricida con desempeño equivalente, frente a un modesto 28% del aceite de palma. Se concluye que el vehículo de oliva optimiza la rápida permeación de los monoterpenos bioactivos, combinando una acción inicial acelerada con una eficacia sostenida comparable al fármaco comercial.

Figura 6. *Evolución de la Eficacia Relativa de las Lociones Herbales en Comparación con el Fipronil para el Control de Garrapatas Remanentes*



Nota. Porcentaje de eficacia relativa (ER) de lociones de *R. officinalis* e *I. verum* (oliva y palma) respecto al fipronil, indica mayor desempeño acaricida (n = 10, N = 40). Datos del ensayo preclínico en *R. sanguineus*, Universidad Central de Nicaragua, Jinotepe (2026).

El análisis de eficacia relativa demostró una ventaja biofarmacéutica clave de la formulación en aceite de oliva durante las fases iniciales. A los 30 minutos, presentó una eficacia 486% superior al fipronil; además, alcanzó un pico del 514% a los 90 minutos. Este diferencial responde a una rápida velocidad de desprendimiento favorecida por el vehículo de oliva frente al periodo de latencia del fármaco sintético. A las 48 horas, la eficacia de la loción de oliva convergió al 97%, equiparando el control del fipronil (100%). En contraste, el aceite de palma mantuvo un desempeño subóptimo (71% inicial y 36% a las 48 h), pues sus ácidos grasos saturados y mayor viscosidad limitan la liberación de los monoterpenos bioactivos.

Reacciones Adversas

En la evaluación de la inocuidad clínica tópica, el 100 % de la población canina de estudio (n = 40) mostró una adecuada tolerabilidad dermatológica tras la administración de las lociones experimentales y del tratamiento de referencia. Durante el periodo de seguimiento clínico, no se registraron manifestaciones de toxicidad local ni sistémica, se descarta la presencia de eritema, edema, prurito, alteración de la barrera epidérmica o modificaciones en el comportamiento atribuibles a las formulaciones.

Conforme a las directrices de la *World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology* (WAAVP) y los estándares de Buenas Prácticas Clínicas (BPC), la caracterización de un ectoparasiticida exige una correlación favorable entre eficacia acaricida e inocuidad en el hospedador, ya que el perfil de seguridad es un criterio determinante para validar su índice terapéutico y viabilidad clínica.

Contraste de Hipótesis

Para el contraste de las hipótesis se estableció un nivel de significancia de $\alpha=0.05$. Para analizar la actividad pulguicida se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis y, posteriormente, la prueba de Dunn con ajuste de Bonferroni. Para evaluar la actividad garrapaticida se utilizó el análisis de varianza de una vía y la prueba post hoc de Tukey.

En el caso de las pulgas, la prueba de Kruskal-Wallis mostró diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos a los 30 minutos ($H=28.075$; $p<0.001$), 90 minutos ($H=30.457$;$p<0.001$)) y 48 horas ($H=28.685$;$p<0.001$). Estos resultados indican que la cantidad de pulgas vivas fue diferente según el tratamiento aplicado.

A las 48 horas, el extracto en aceite de olivo presentó una media geométrica de 0.37 pulgas vivas por animal, mientras que el placebo presentó 6.61 y el fipronil 0.47. La eficacia de Abbott fue de 94% para el extracto en aceite de olivo, 72% para el extracto en aceite de palma y

93% para el fipronil. La prueba de Dunn mostró una diferencia estadísticamente significativa entre el extracto en aceite de olivo y el placebo (p ajustada = 0.001), mientras que no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre el extracto en aceite de olivo y el fipronil (p ajustada = 1.000). Por tanto, la formulación en aceite de olivo presentó una eficacia superior al placebo y estadísticamente comparable al fipronil.

Respecto a las garrapatas, el análisis de varianza no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos a los 30 minutos ($F=2.430$; $p=0.081$). Sin embargo, se identificaron diferencias significativas a los 90 minutos) ($F=3.275$; $p=0.032$) y a las 48 ($F=21.405$; $p<0.001$).

A las 48 horas, el extracto en aceite de olivo presentó un promedio de 2.60 garrapatas remanentes, mientras que el Fipronil presentó 2.40, el extracto en aceite de palma 7.70 y el placebo 10.70. La eficacia de Abbott fue de 76% para el extracto en aceite de olivo y de 78% para el Fipronil. Aunque el Fipronil presentó descriptivamente una eficacia ligeramente superior, la prueba post hoc de Tukey reportada en el documento no identificó diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos a las 48 horas. Por consiguiente, el extracto en aceite de olivo y el Fipronil presentaron un desempeño garrapaticida estadísticamente comparable.

A las 48 horas, el extracto en aceite de olivo alcanzó una mortalidad de 83% en pulgas y 91% en garrapatas, mientras que el aceite de palma registró 69% y 74%, respectivamente. El placebo presentó 0% de mortalidad, evidenciando la actividad antiparasitaria de las formulaciones vegetales y el mejor desempeño del aceite de olivo. Además, ninguno de los 40 caninos presentó reacciones adversas durante las 48 horas posteriores a la aplicación.

Tabla 16. *Decisión de las hipótesis*

Hipótesis	Decisión
Hipótesis general H_1	Se acepta H_1 y se rechaza H_0
Hipótesis específica H_{11}	Se acepta H_{11} y se rechaza H_{01}
Hipótesis específica H_{12}	Se acepta H_{12} y se rechaza H_{02}
Hipótesis específica H_{13}	Se acepta H_{13} y se rechaza H_{03}

A partir de los resultados, se acepta la hipótesis general de investigación y se rechaza la hipótesis nula general, debido a que las lociones elaboradas con *R. officinalis* L. e *I. verum* presentaron actividad pulguicida y garrapaticida en caninos. La formulación elaborada en aceite de olivo mostró el mejor comportamiento general, al presentar una eficacia superior al placebo y un desempeño estadísticamente comparable al fipronil al finalizar las 48 horas de observación.

En relación con las pulgas, el extracto en aceite de olivo alcanzó una eficacia de 94%, mientras que el fipronil alcanzó 93%. La comparación estadística no mostró diferencias significativas entre ambos tratamientos. En cuanto a las garrapatas, el extracto en aceite de olivo presentó una eficacia de 76% y el fipronil de 78%; aunque el tratamiento comercial tuvo una eficacia descriptivamente mayor, no se identificaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos tratamientos a las 48 horas.

También se aceptó la hipótesis relacionada con el incremento de la mortalidad parasitaria, debido a que las formulaciones produjeron mortalidad de pulgas y garrapatas durante el período de observación. Finalmente, se aceptó la hipótesis de seguridad, ya que ninguno de los 40 caninos evaluados presentó reacciones adversas durante las 48 horas posteriores a la aplicación.

Conclusiones

En primera instancia, respecto a la determinación de la letalidad absoluta de las formulaciones, los resultados demuestran que el porcentaje de mortalidad en pulgas, *Ctenocephalides felis* alcanzó un 94.4 % para la loción en aceite de oliva y un 72.0 % para la formulación en aceite de palma a las 48 horas postaplicación. En el caso de garrapatas, *Rhipicephalus sanguineus*, la mortalidad registrada a las 48 horas fue del 91.0 % para la matriz en aceite de oliva y del 74.0 % para la preparación en aceite de palma.

En relación con la eficacia garrapaticida y pulguicida de las formulaciones a base de *R. officinalis* L. e *I. verum*, se concluye que la combinación fitoquímica posee una destacada bioactividad antiparasitaria. La loción en aceite de oliva presentó un efecto de derribo rápido y sostenido sobre *C. felis*, pues logró a las 48 horas una eficacia del 94,4 % y un Índice de Eficacia Relativa del 101 % frente al control positivo fipronil. Por otro lado, la actividad frente a *R. sanguineus* exhibió un patrón de acción retardada motivado por la mayor opacidad y densidad cerosa de la epicutícula de las garrapatas, pues alcanzó su máxima actividad clínica a las 48 horas con un 89,5 % de eficacia y un IER del 89,5 %.

Sobre la inocuidad, la aplicación tópica no generó eritema, edema ni dermatitis, ni signos sistémicos como ataxia o sialorrea, cumpliendo con la ley de Bienestar Animal, lo que confirma que la concentración y formulación de aceites esenciales en forma de lociones usadas en este estudio, se encuentran dentro de los márgenes de seguridad biológica exigidos.

Finalmente, el aceite de oliva actuó como promotor de penetración y vehículo de liberación inmediata por su contenido de ácido oleico y menor viscosidad, a diferencia del aceite de palma, cuyos triglicéridos saturados, como el ácido palmítico) retuvieron mecánicamente los monoterpenos.

Recomendaciones

Se recomienda seleccionar el aceite de oliva como vehículo primario para la formulación final de la loción ectoparasiticida de *Rosmarinus officinalis* L. e *Illicium verum*, e implementar estudios de estandarización de lotes.

Se sugiere profundizar en el estudio del sinergismo farmacodinámico entre los monoterpenos del romero y los fenilpropanoides del anís, para evaluar la cinética enzimática sobre el sistema nervioso parasitario para justificar el efecto de derribo (*knockdown*) en pulgas y superar la resistencia barrera en la epicutícula de la garrapata.

Dado que no se registraron reacciones adversas locales ni sistémicas *in vivo* (cumpliendo con la Ley N.º 747 de Bienestar Animal), se recomienda transicionar hacia ensayos de tolerancia cutánea acumulativa y pruebas aceleradas de estabilidad fisicoquímica y microbiológica para asegurar la vida útil de la forma farmacéutica.

Se recomienda formalizar el perfil biofarmacéutico del vehículo mediante la combinación controlada de aceites vegetales (codisolventes) o la adición de tensioactivos lipofílicos, utilizando el aceite de oliva como base de liberación inmediata para corregir la retención mecánica observada en matrices saturadas como el aceite de palma.

Referencias

Freitas, J. P., Jesus, I. R., Chaves, J. K., Scalioni, I., Campos, D. R., Baptista, D. P., . . . Chaves, D. S. (2021). Efficacy and residual effect of Illicium verum (star anise) and Pelargonium graveolens (rose geranium) essential oil on cat fleas Ctenocephalides felis felis. *Vet Parasitol, 30*(4). https://doi.org/https://doi.org/10.1590/S1984-29612021088

Aguilar Zapata , J. P. (2024). *"Evaluación de la eficacia in vitro del aceite esencial de romero (Rosmarinus officinalis) como control natural de pulgas en caninos domésticos (Canis lupus familiaris)".* UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO. Retrieved 02 de 08 de 2025, from https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/bfdc28d2-12e1-4445-a9ff-c02a7c564315/content

Asamblea Nacional de Nicaragua. (2011). *Ley para la Protección y el Bienestar de los Animales Domésticos y Animales Silvestres Domesticados.* La Gaceta, Diario Oficial N.º 96. http://legislacion.asamblea.gob.ni/SILEG/Gacetas.nsf/5eea6480fc3d3d90062576e300504635/ca9ef07e949d6050062578a100502a70?OpenDocument

Asamblea Nacional de Nicaragua. (04 de 06 de 2025). Iniciativa de Ley de Reformas a las Leyes 89 y 582. Managua, Nicaragua. http://legislacion.asamblea.gob.ni/SILEG/Iniciativas.nsf/671877AFB145540506258CA00052917A/%24File/Iniciativa%20de%20Ley%20de%20Reformas%20a%20las%20Leyes%2089%20y%20582.pdf?Open

Attia , M. M., Alzahrani, A., Hanna, M. I., Salem , H. M., Abourehab, M. A., El-Saadony, M. T., & Thabit, H. (2022). The Biological Activity of Illicium verum (Star Anise) on Lernaea cyprinacea-Infested Carassius auratus (Goldfish): In Vivo Study. *Life, 12*(12), 2054. https://doi.org/https://doi.org/10.3390/life12122054

Aulton, M. E., & Taylor, K. (2018). *Aulton's pharmaceutics : the design and manufacture of medicines.* Elsevier. https://doi.org/https://search.worldcat.org/es/title/Aulton's-pharmaceutics-:-the-design-and-manufacture-of-medicines/oclc/1028617281

Bates, N. D. (2024). Neurological adverse effects of isoxazoline exposure in cats and dogs. *Veterinary Record, 194*. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/vetr.4149

Blanca, M. J., Alarcón, R., Arnau, J., Bono, R., & Bendayan, R. (2017). Non-normal data: Is ANOVA still a valid option? . *Psicothema, 29*(4), 552-557. https://doi.org/10.7334/psicothema2016.383

Borbor Domínguez, P. E. (2022). *ESTUDIO BIBLIOMÉTRICO: USO DE BIOINSECTICIDAS PARA EL CONTROL DE ORGANISMOS PLAGA EN AMÉRICA LATINA.* UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA. Retrieved 01 de 08 de 2025, from https://repositorio.upse.edu.ec/server/api/core/bitstreams/02c762c5-6ebb-4f95-a030-2f935a9c09ad/content

Castellón, M. d., & Somarriba, B. J. (2023). Presencia de Ehrlichia spp y factores asociados en perros mayores de un año de edad infestados con garrapatas (Rhipicephalus sanguineus) del área urbana, Somoto-Madriz (Nicaragua), 2021. *Teckno, 23*(1). https://doi.org/10.25044/25392190.1060

Castillo García , E., & Martínez Solís , I. (s.f). *Manual de Fitoterapia* (segunda ed.). Valencia, España: Elsevier. Retrieved 12 de 09 de 2025, from file:///C:/Users/dinvfar/Desktop/Libros/Manual_de_fitoterapia_2_a_EDICION.pdf

Copland, A., & Elsheikha, H. (2021). A snapshot of the adverse effects of companion animal ectoparasiticides. *Companion Animal,, 26*. https://doi.org/https://doi.org/10.12968/coan.2020.0089.

Dantas-Torres, F. (2007). The brown dog tick, Rhipicephalus sanguineus (Latreille, 1806) (Acari: Ixodidae): From taxonomy to control,. *Veterinary parasitology, 152*, 173-185. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2007.12.030

de Carvalho, C. N. (2020). *TOXICIDADE DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE Illicium verum, Cymbopogon citratus E Azadirachta indica SOBRE Rhipicephalus microplus EM TESTE In vitro.* EM TESTE In vitro. Bvsalud.org. Retrieved 16 de 05 de 2026, from https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/vtt-222259?lang=pt

Diakou, A., Sofroniou, D., Paoletti, B., Tamvakis, A., Kolencik, S., Dimzas, D., . . . Traversa, D. (2022). Garrapatas, pulgas y patógenos alojados en perros y gatos en Chipre. *Patógenos ,, 11*(12). https://doi.org/https://doi.org/10.3390/pathogens11121403

Dryden , M. W. (2024). *Ectoparasiticidas utilizados en pequeños animales.* Manual de veterinaria de MSD. https://www.msdvetmanual.com/es/farmacolog%C3%ADa/ectoparasiticidas/ectoparasiticidas-utilizados-en-peque%C3%B1os-animales#Oxadiazinas_v13409652_es

Dryden, M., Payne, P., Smith, V., Berg, T., & Lane, M. (2013). Eficacia de la selamectina, el spinosad y la oxima de spinosad/milbemicina contra la cepa de pulgas KS1 Ctenocephalides felis que infesta perros. *Parasites Vectors, 6*(80). https://doi.org/https://doi.org/10.1186/1756-3305-6-80

Echegaray Rodríguez, J. R., Echegaray González, P., Mosquera Fernandez, A., & Gerrikaetxebarria Peña, J. (2011). FITOTERAPIA Y SUS APLICACIONES. *Revista española de podología, 22*(6), 258 - 267. https://www.elsevier.es/es-revista-revista-espanola-podologia-224-pdf-X0210123811501573

Escuela de medicina Veterinaria Integrativa. (01 de 10 de 2025). *Escuela de medicina Veterinaria Integrativa*. https://emvi.vet/casos-clinicos/fitoterapia-

veterinaria/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20la%20fitoterapia%20veterinaria,su%20base%20cl%C3%ADnica%20y%20cient%C3%ADfica

Espinoza, J., Flores, B., Jerez, J., & Sheleby-Elías, J. (2022). Short communication: In vitro Evaluation of Resistance of Rhipicephalus (Boophilus) microplus against Three Widely Used Ixoidicides. *Veterinarija ir Zootechnika, 80*(1), 65-69. Retrieved 12 de 08 de 2025, from (https://www.researchgate.net/publication/362396925_Short_communication_In_vitro_Evaluation_of_Resistance_of_Rhipicephalus_Boophilus_microplus_against_Three_Widely_Used_Ixoidicides

European Medicines Agency. (23 de Julio de 2021). *European Medicines Agency*. Retrieved 06 de 10 de 2025, from European Medicines Agency: https://www.ema.europa.eu/en/documents/scientific-guideline/guideline-testing-and-evaluation-efficacy-antiparasitic-substances-treatment-and-prevention-tick-and-flea-infestation-dogs-and-cats-revision-4_en.pdf

Fialho, R., Silva, A., Chagas-Junior, A. F., de Oliveira,, L. A., da Costa, A. P., Neves, A. , C. D., . . . O'Dwyer, L, H. (2024). Evaluating the circulation of Ehrlichia canis and Rickettsia spp. in domestic dogs from a semiarid region in Brazil. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports, 52*. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2024.101041

García-Quesada, M. A.-Z. (2021). Seroprevalence and prevalence of Babesia vogeli in clinically healthy dogs and their ticks in Costa Rica. *Parasites & Vectors,, 14*(1). https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s13071-021-04936-7

Gonzaga, B. F., Barrozo, M., Coutinho, A., Pereira e Sousa , L. J., Vale, F. L., Marreto, L., . . . Monteiro , C. (2023). Essential oils and isolated compounds for tick control: advances

beyond the laboratory. *Parasites & vectors, 16*(1), 415. https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s13071-023-05969-w

HealthforAnimals. (2024). *Global Trends: Parasite Control in Pets.* HealthforAnimals. https://healthforanimals.org/wp-content/uploads/2024/03/Global-Trends-%E2%80%93-Parasite-Control-in-Pets-March-2024.pdf

Hellman, K., Adler, K., Parker, L., Pfister, K., & R.L. Delay, D. R. (2007). Evaluation of the efficacy and safety of a novel formulation of metaflumizone in cats naturally infested with fleas in Europe. *Veterinary Parasitology, 150*(3), 246-250. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2007.08.041.

Hernández-Sampieri, R. (2023). Metodología de la investigación plus. Ciudad de México, México. Retrieved 15 de 10 de 2025, from https://www.ebooks7-24.com/?il=34866

Heylen, D., Day, M., Schunack, B., Fourie, J., Labuschange, M., Johnson, S., . . . Madder, M. (16 de 11 de 2021). Un enfoque comunitario de patógenos y sus vectores artrópodos (garrapatas y pulgas) en perros del África subsahariana. *14*(576), págs. 2-20. Retrieved 25 de 08 de 2025, from https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13071-021-05014-8

Hurtado, A. F. (2022). *Parasitología veterinaria.* Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). https://doi.org/https://elibro.net/es/ereader/ucnicaragua/228667?page=188

Mandal, S. (2025). *Textbook of Veterinary Parasitology.* Springer Singapore. https://doi.org/https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-99-2924-5?utm_source=chatgpt.com

Marchiondo, A. A., Holdsworth, P. A., Fourie, L. J., Rugg, D., Hellmann, K., Snyder, D. E., . . . Parasitology, W. A. (2013). World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) second edition: guidelines for evaluating the efficacy of

parasiticides for the treatment, prevention and control of flea and tick infestations on dogs and cats . *Veterinary parasitology,, 194*(1), 84-97. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2013.02.003

Marchiondo, A. H. (2007). World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) guidelines for evaluating the efficacy of parasiticides for the treatment, prevention and control of flea and tick infestation on dogs and cats. *Veterinary Parasitology, 145*, 3,4. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2006.10.028

MD, W. (25 de 05 de 2024). *WebMD.* Retrieved 05 de 10 de 2025, from WebMD.: https://www.webmd.com/pets/dogs/risks-of-essential-oils-for-dogs?utm_source=chatgpt.com

Melo Guzmán, D. (2025). *Efecto ixodicida del aceite esencial de Rosmarinus officinalis sobre larvas de Rhipicephalus microplus.* ICAp-BD-UAEH. http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/handle/231104/7380

Merck Animal Health. (2025). *Merck Animal Health Global Survey Reveals Gaps in Flea and Tick Prevention, Highlights Need for Year-Round Care.* Merck Animal Health. https://www.merck-animal-health.com/wp-content/uploads/2025/06/Flea-and-Tick-Survey-Global-Fact-Sheet_MAH-Final.pdf

Pereira, A., Cruz, A., Novo, T., & Maia, F. g. (06 de July de 2025). Epidemiological and molecular characterisation of flea infestations in dogs and cats in mainland Portugal. *Parasites & Vectors 18, 263*. https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s13071-025-06904-x

Petmedica. (s.f). *petmedica.vet/productos-veterinarios*. Retrieved 07 de 10 de 2025, from petmedica.vet/productos-veterinarios: https://www.petmedica.vet/productos-veterinarios/fipronex-fipronil

Schmider, E., Ziegle, M., Danay, E., Beyer, L., & Bühner, M. (2010). Reinvestigating the Robustness of ANOVA Against Violations of the Normal Distribution Assumption. *Methodology, 6*(4). https://doi.org/https://doi.org/10.1027/1614-2241/a000016

Universidad Central de Nicaragua. (2023). *Líneas de investigación científica. Dirección de Investigación.* Líneas de investigación científica. Dirección de Investigación: https://www.ucn.edu.ni/wp-content/uploads/2023/03/Lineas-de-Investigacion-UCN.pdf

Urquhart, G. M. (2001). *Parasitología veterinaria.* Zaragoza; Acribia. https://doi.org/https://www.worldcat.org/title/parasitologia-veterinaria/oclc/47791647

Vargas Gaibor , N. A. (2022). *Estudio de factibilidad para la producción de jabón antipulgas destinado a mascotas, con el uso de romero (salvia rosmarinus) en la ciudad de Ambato, provinciade Tungurahua.* UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO. Retrieved 03 de 08 de 2025, from https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/e896dbcc-1cf4-4c71-81ab-e094e3762bd3/content

Apéndices y anexos

Tabla A1. Operacionalización de variables

Variable	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	item	Unidad de medida	Escala
Variable independiente: Loción tópica fitoterapéutica	Preparación farmacéutica de uso externo elaborada con extractos de *R. officinalis* L. y *I. verum* L., aplicada tópicamente sobre caninos infestados por ectoparásitos; se comparará según el vehículo oleoso empleado en la formulación y la presencia/ausencia de control positivo o negativo.	Composición vegetal.	Concentración de la loción	Valor obtenido	% v/v	Nominal cuantitativa continua.
		Condición de aplicación.	volumen aplicado	Cantidad usada	mL	
			Número de aplicación	primera/segunda	Número	Cualitativa dicotómica
			Sitio anatómico de aplicación	cabeza, cuello, región interescapular, torácica, abdominal, lumbosacra, extremidades anteriores y posteriores	Categoría del sitio	Cualitativa politómica
		Tipo de producto	Producto experimental, placebo control positivo	Loción (palma) Loción (olivo) Fipronil Aceite de palma	Categoría del producto	Cualitativa politómica
Variable dependiente: Respuesta ectoparasiticida	Efecto observado tras la aplicación de la loción en caninos, medido en porcentaje de mortalidad, la eficacia ectoparasiticida y la presencia y gravedad de reacciones adversas	Mortalidad pulguicida Mortalidad garrapaticida Eficacia	Número de pulgas muertas y vivas. Número de garrapatas muertas y vivas. Porcentaje de eficacia pulguicida. Porcentaje de eficacia garrapaticida	Pulgas extraídas muertas y vivas. Garrapatas extraídas muertas y vivas. Mortalidad pulguicida. Mortalidad garrapaticida	Número Porcentaje	Razón

Variable	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	item	Unidad de medida	Escala
		Tolerancia cutánea.	Reacciones adversas en la piel de los caninos	Eritema, prurito, irritación, lamido constante, inquietud, dermatitis	Tipo (categoría de las reacciones	Cualitativa politómica
					Grado (ausente, leve, moderada, grave)	Cualitativa politómica
		Respuesta sistémica.	Reacciones adversas generales	Letargo, vómitos, convulsiones.	Tipo (categoría de las reacciones	Cualitativa politómica
					Grado (ausente, leve, moderada, grave)	Cualitativa politómica
Variable de control clínico del canino	Características generales del animal registradas antes de cada aplicación para describir la muestra y controlar posibles factores de variación clínica.	Identificación. Caracterización zoosanitaria. Estado clínico basal.		Código del canino, edad, sexo, peso, raza, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, temperatura.	Meses, kg, latidos/min, respiraciones/min, °C.	Nominal, de razón y continua.

Tabla A2. Matriz de revisión de literatura

Autor	Año	Objetivo	Método	Resultados	Título	Fuente	Base de datos
Heylen, D., Day, M., Schunack, B., Fourie, J., Labuschange, M., Johnson, S., ... Madder, M.	2021	Realizar un estudio de vigilancia estandarizado de ectoparásitos y patógenos en perros en seis países del África subsahariana.	Evaluación de la variación macrogeográfica de las comunidades de ectoparásitos (garrapatas y pulgas) y patógenos mediante cribado molecular de aproximadamente 100 perros infestados en zonas rurales y urbanas.	No hubo diferencias consistentes entre África Oriental y Occidental en diversidad y número de garrapatas; mayor diversidad en zonas rurales; altos niveles de coparasitismo en todos los países.	Un enfoque comunitario de patógenos y sus vectores artrópodos (garrapatas y pulgas) en perros del África subsahariana	Artículo científico	PubMed / BioMed Central https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13071-021-05014-8
Barrios, H., Flores, B., Düttmann, C., Mora-Sánchez, B., Sheleby-Elías, J., Jirón, W., & Balcázar, J. L.	2022	Evaluar la actividad acaricida in vitro de Piper tuberculatum.	Ensayo experimental in vitro sobre garrapatas con diferentes concentraciones del extracto de P. tuberculatum.	La actividad acaricida se confirmó, mostrando eficacia significativa frente a las garrapatas evaluadas.	In vitro acaricidal activity of Piper tuberculatum	Artículo científico	International Journal of Acarology https://doi.org/10.1080/01647954.2022.2050808
Borbor Domínguez, P. E.	2022	Evaluar la producción científica sobre el uso de bioinsecticidas para el control de organismos plaga en América Latina.	Estudio bibliométrico de publicaciones desde 2012 a 2022 usando el descriptor “bioinsecticida” en inglés, portugués y español.	Identificó que Brasil lidera publicaciones (42%) y México sigue con 18%; el 42% de bioinsecticidas son de origen vegetal; destacan plantas usadas contra ectoparásitos y plagas agrícolas.	ESTUDIO BIBLIOMÉTRICO: USO DE BIOINSECTICIDAS PARA EL CONTROL DE ORGANISMOS PLAGA EN AMÉRICA LATINA	Tesis universitaria	Repositorio institucional https://repositorio.upse.edu.ec/server/api/core/bitstreams/02c762c5-6ebb-4f95-a030-2f935a9c09ad/content

Autor	Año	Objetivo	Método	Resultados	Título	Tipo de fuente
Espinoza, J., Flores, B., Jerez, J., & Sheleby-Elías, J.	2022	Evaluar la resistencia de Rhipicephalus (Boophilus) microplus frente a tres ixodicidas ampliamente usados en Nicaragua.	Ensayo experimental usando Prueba de Inmersión de Adultos y Prueba de Paquete Larval sobre garrapatas recolectadas en granjas; se aplicaron cumafós, amitraz y cipermetrina según concentración recomendada por fabricante.	Cumafós mostró mayor inhibición de oviposición (86%) y mortalidad de adultos (97,72%); amitraz presentó 48,8% de mortalidad; cipermetrina solo 14,71%.	Short communication: In vitro Evaluation of Resistance of Rhipicephalus (Boophilus) microplus against Three Widely Used Ixoidicides	Artículo Científico https://www.researchgate.net/publication/362396925_Short_communication_In_vitro_Evaluation_of_Resistance_of_Rhipicephalus_Boophilus_microplus_against_Three_Widely_Used_Ixoidicides
Castellón, M. d., & Somarriba, B. J.	023	Evaluar la presencia de Ehrlichia spp y factores asociados en perros mayores de un año infestados con garrapatas del área urbana de Somoto-Madriz, Nicaragua.	Estudio observacional con muestreo de perros infestados con garrapatas; análisis de factores asociados y detección de Ehrlichia spp mediante técnicas moleculares.	Identificaron presencia de Ehrlichia spp en perros infestados; se determinaron factores de riesgo asociados a infestación.	Presencia de Ehrlichia spp y factores asociados en perros mayores de un año de edad infestados con garrapatas (Rhipicephalus sanguineus) del área urbana, Somoto-Madriz (Nicaragua), 2021	Artículo científico International Journal https://www.researchgate.net/publication/372934776_Presencia_de_Ehrlichia_spp_y_factores_asociados_en_perros_mayores_de_un_ano_de_edad_infestados_con_garrapatas_Rhipicephalus_sanguineus_del_area_urbana_Somoto-Madriz_Nicaragua_2021

Vargas Gaibor, N. A.	022	Determinar la factibilidad de producción de jabón antipulgas para mascotas usando romero (Salvia rosmarinus) en Ambato, Ecuador.	Estudio de factibilidad incluyendo análisis de oferta y demanda de productos de aseo para mascotas, extracción etanólica de romero y análisis técnico y económico-financiero para elaboración del jabón.	La propuesta fue considerada viable y sustentable; se estableció proceso de extracción y elaboración técnica del jabón antipulgas.	Estudio de factibilidad para la producción de jabón antipulgas destinado a mascotas, con el uso de romero (Salvia rosmarinus) en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua	Tesis universitaria	Repositorio institucional https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/e896dbcc-1cf4-4c71-81ab-e094e3762bd3/content
Aguilar Zapata, J. P.	2024	Evaluar la eficacia in vitro del aceite esencial de romero como control natural de pulgas en caninos domésticos.	Estudio experimental in vitro; se recolectaron 90 pulgas mediante peine fino y se aplicaron diferentes concentraciones de aceite esencial de romero (1%, 2%, 4%, 8%) junto a controles positivo (Fipronil) y negativo (agua destilada).	La mortalidad de pulgas aumentó con la concentración; al 8% alcanzó 50% tras 1 h y 100% a las 24–48 h.	Evaluación de la eficacia in vitro del aceite esencial de romero (Rosmarinus officinalis) como control natural de pulgas en caninos domésticos (Canis lupus familiaris)	Tesis universitaria	Repositorio stitucional tps://repositorio.uta.e ı.ec/server/api/core/bi :reams/bfdc28d2- !e1-4445-a9ff-)2a7c564315/content
Pereira, A., Cruz, A., Novo, T., & Maia, F. g.	2025	Caracterizar epidemiológica y molecularmente la infestación de pulgas en perros y gatos en Portugal continental.	Estudio observacional y molecular; recolección de muestras de pulgas de perros y gatos, análisis de especie y carga parasitaria.	Se identificaron las especies de pulgas predominantes y su distribución, aportando información epidemiológica sobre infestaciones en mascotas.	Epidemiological and molecular characterisation of flea infestations in dogs and cats in mainland Portugal	Artículo científico	Parasites & Vectors doi:https://doi.org/10.1186/s13071-025-06904-x

Tabla A3. Matriz de consistencia

Tema: Actividad garrapaticida y pulguicida de loción tópica a base de extractos de romero (*Rosmarinus officinalis* L.) y anís (*Illicium verum*) en caninos, en la Universidad Central de Nicaragua, Jinotepe, 2025

Problema	Pregunta general	Preguntas específicas	Hipótesis general	Objetivo general	Objetivos específicos	Posibles temáticas
En Jinotepe existe una alta infestación de pulgas y garrapatas en perros domésticos, causada por la resistencia de los parásitos a los fármacos químicos, la falta de tratamientos preventivos y el desconocimiento de los propietarios sobre medidas efectivas de control, sin que existan estudios	¿Cuál es la eficacia garrapaticida, pulguicida y reacciones adversas (Rosmarinus officinalis L.) y anís (Illicium verum), elaborados en una loción tópica, en perros atendidos en la Clínica Veterinaria de la UCN-sede Jinotepe durante el año 2026?	¿Cuál es el porcentaje de mortalidad de pulgas y garrapatas en caninos a las 24 y 48 horas posteriores a la aplicación tópica de las lociones a prueba?	La aplicación de al menos una de las lociones elaboradas con Rosmarinus officinalis L. e Illicium verum, formuladas en aceite de olivo o aceite de palma, presenta actividad garrapaticida y pulguicida en caninos, evidenciada por una mayor eficacia y un incremento significativo de la mortalidad de pulgas y	Analizar la actividad garrapaticida y pulguicida de loción tópica a base de extractos de romero (R. officinalis L.) y anís (I. verum L.) en caninos, en la Universidad Central de Nicaragua, UCN-Jinotepe, durante el año 2025.	Determinar el porcentaje de mortalidad de pulgas y garrapatas en caninos, tras la aplicación de las lociones en estudio.	Preparaciones para Aplicación Cutánea líquidas Parásito Garrapata Distribución y clasificación de las garrapatas Ectoparasiticidas Fipronex® ectoparasiticida de larga acción Contraindicaciones de ectoparasiticidas químicos de uso veterinario Fitoterapia veterinaria Aceites esenciales para perros Síntomas de intoxicación por aceites esenciales
		¿En qué medida la concentración bioactiva y combinación de los extractos de *R. officinalis* L. e *I. verum* demuestran eficacia garrapaticida y pulguicida clínicamente aceptable en caninos infestados?			Evaluar la eficacia garrapaticida-pulguicida de las formulaciones tópicas a base de extractos de R. officinalis L. e I. verum.	
		¿Cuáles son las reacciones adversas locales o sistémicas que se manifiestan en los caninos tras la exposición tópica a las formulaciones y cuál es su grado de severidad?			Determinar las reacciones adversas, derivadas de la aplicación tópica de las formulaciones vegetales en caninos de experimentación	

suficientes sobre alternativas naturales para su prevención y manejo.	¿Cuál es la diferencia estadística en la eficacia ectoparasiticida del aceite de oliva en comparación con el aceite de palma como vehículo en la formulación de las lociones tópicas?	garrapatas, con un desempeño superior al placebo y comparable al Fipronil al finalizar las 48 horas de observación, sin generar reacciones adversas en los animales evaluados.	Comparar la eficacia pulguicida y garrapaticida entre las lociones formuladas con vehículos oleosos, aceite de palma y aceite de olivo	Técnica del peinado para extracción de pulgas

Anexo B1. Mortalidad acumulada de garrapatas remanentes

Loción	30 min	90 min	48 h
Extracto en aceite de olivo	0%	9%	91%
Fipronil	0%	0%	100%
Extracto en aceite de Palma	0%	0%	74%
Placebo	0%	0%	0%

Nota. Los porcentajes expresan la mortalidad directa acumulada. A los 30 y 90 minutos, el grupo Fipronil arrojó una indeterminación de cero absoluto (0/0) debido a la ausencia simultánea de garrapatas muertas y desprendidas. Este escenario se estandarizó como 0%, lo cual es biológicamente coherente con el periodo de latencia farmacológica inicial que caracteriza a este principio activo sobre las garrapatas.

Anexo B2. Materia prima de las especies vegetales usadas en las formulaciones

Figura 8. *Flores de anís estrellado Illiciun verum usado en las formulaciones*



Figura 7 . *Hojas secas de romero, R. officinales usado en las lociones*



Figura 9. *Mezclas de ambos vegetales para las lociones*



Figura 10. *Preparación de extractos usados en las lociones*



Figura 12. *Productos naturales a base de romero y anís*



Figura 11. *Fipronil producto control*



Anexo B3. Aplicación de las especies vegetales y producto control en caninos

Figura 13. *Exploración clínica en busca de garrapatas y pulgas.*



Figura 14. *Aplicación de productos naturales a base de romero y anís*

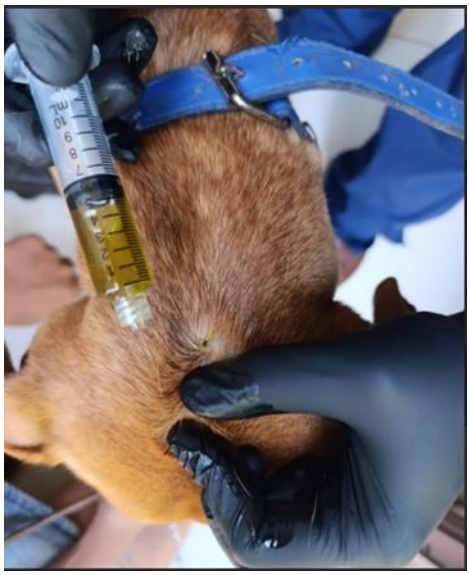


Figura 15. *Aplicación de producto naturales a base de romero y anís*



Figura 16. *Aplicación de Fipronil producto control*

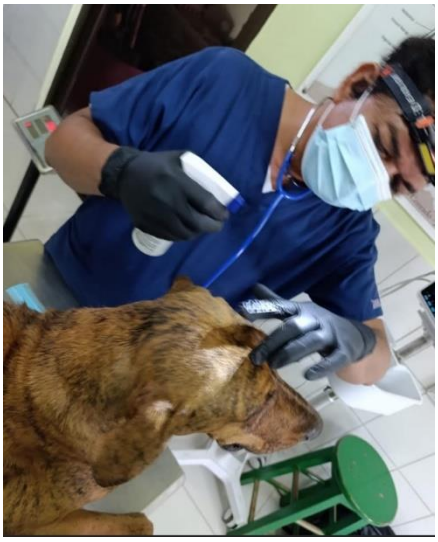


Figura 17. *Revisión de pulgas post aplicación de productos naturales.*



Figura 18. *Revisión de pulgas post aplicación de productos naturales*.

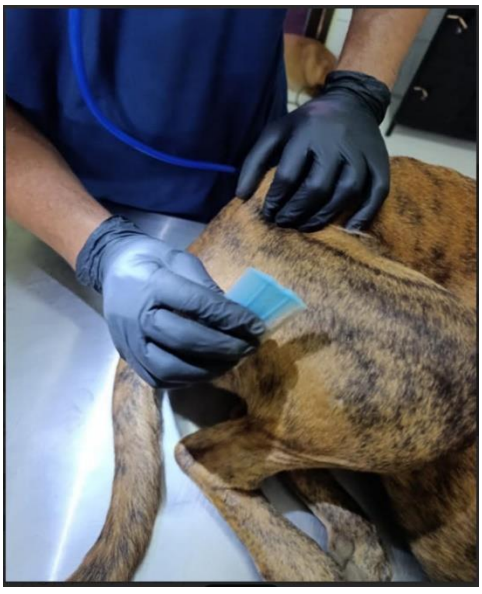


Figura 19. *Revisión de garrapatas post aplicación de productos.*



Figura 20. *Revisión de garrapatas post aplicación de productos.*

