

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE CIENCIAS PECUARIAS



“EFECTO IXODICIDA IN VITRO DEL EXTRACTO ETANOLICO DEL *Piper aduncum* (matico) SOBRE *Rhipicephalus microplus* (garrapata bovina) EN ESTADIO DE NINFA”

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

PRESENTADO POR:

MORALES QUISPE MARGARET KARINA

Tingo María – Perú

2023



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado de Tesis que suscriben, se reunieron, a las 07:00 p.m. del 16 de octubre de 2023, para calificar la Tesis titulada "EFECTO IXODICIDA IN VITRO DEL EXTRACTO ETANÓLICO DEL *Piper aduncum* (matico) SOBRE *Rhipicephalus microplus* (garrapata bovina) EN ESTADÍO DE NINFA", presentada por la Bachiller en Ciencias Pecuarias **MARGARET KARINA MORALES QUISPE**.

Después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas, el Jurado declara **APROBADA LA TESIS** con el calificativo de "MUY BUENO".

En consecuencia, la sustentante queda capacitada para optar el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA ZOOTECNISTA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, y tramitado ante el Consejo Universitario, para la otorgación del Título, de conformidad con lo establecido en el Artículo 265°, inciso "b" del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 18 de octubre de 2023

Ing. M. Sc. **TULITA ALEGRÍA GUEVARA**
Presidenta

M. V. **LISANDRO ROGER TAFUR ZEVALLOS**
Miembro



M. V. **JORGE SUPPLICIO TURPO CALCINA**
Miembro

Dr. **DANIEL MARCO PAREDES LÓPEZ**
Asesor



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE INVESTIGACIÓN - DGI
REPOSITORIO INSTITUCIONAL - UNAS
Correo: repositorio@unas.edu.pe



"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 021 - 2024 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Zootecnia

Tipo de documento:

Tesis

X

Trabajo de Suficiencia Profesional

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
"EFECTO IXODICIDA IN VITRO DEL EXTRACTO ETANOLICO DEL Piper aduncum (matico) SOBRE Rhipicephalus microplus (garrapata bovina) EN ESTADIO DE NINFA	MORALES QISPE MARGARET KARINA	14 % Catorce

Tingo María, 22 de enero de 2024


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
DIRECCION DE GESTION DE LA INVESTIGACION
Dr. Tomas Menacho Mallqui
DIRECTOR

C.C. Archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA



“EFECTO IXODICIDA IN VITRO DEL EXTRACTO ETANOLICO DEL *Piper aduncum* (matico) SOBRE *Rhipicephalus microplus* (garrapata bovina) EN ESTADIOS DE NINFA”

Autor	: Margaret Karina Morales Quispe.
Asesor(es)	: Dr. Daniel M. Paredes López.
Programa de investigación	: Producción Animal Sostenible.
Línea de investigación	: Nutrición, Alimentación y Sanidad de Animales Domésticos, Silvestres Acuáticos en Ecosistemas Sostenibles.
Eje temático	: Valorización de la Biodiversidad.
Lugar de ejecución	: Laboratorio de la Facultad de Zootecnia – Universidad Nacional de la Selva.
Duración	: Inicio :15 abril 2023 Término : setiembre 2023
Financiamiento	: FEDU : Si Propios : Si Otros : No

Tingo María – Perú

2023

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

UNIVERSITARIO

(Resol. N°113-2019-CU-R-UNAS)

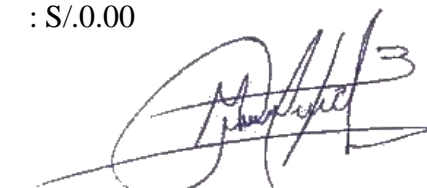
DATOS GENERALES DE PREGADO

Universidad : Universidad Nacional Agraria de la Selva -UNAS
Facultad : Zootecnia
Título de Tesis : Efecto ixodicida in vitro del Extracto Etanólico del *Piper aduncum* (matico) sobre *Rhipicephalus microplus* (garrapata) en estadio de ninfa.
Autor : Margaret Karina Morales Quispe.
Asesores de Tesis : Dr. Daniel M. Paredes López.
Escuela Profesional : Ingeniería Zootecnia.
Programa de Investigación : Producción Animal Sostenible.
Línea de Investigación : Nutrición, Alimentación y Sanidad de Animales Domésticos, Silvestres Acuáticos en Ecosistemas Sostenibles.
Eje Temático de Investigación : Valorización de la Biodiversidad.
Lugar de Ejecución : Laboratorio de la Facultad de Zootecnia – Universidad Nacional de la Selva.
Duración : Inicio : 15 abril 2023
Término : setiembre 2023
Financiamiento : FEDU
Propio : S/.480.00
Otros : S/.0.00



Dr. Daniel M. Paredes López

Asesor



Margaret Karina Morales Quispe.

Tesista

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios, a Santo Tomas de Aquino, patrono de los estudiantes, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por las personas importantes de mi vida que inspiraron mi espíritu para la conclusión de esta tesis.

A mis padres Asterio Morales Quispe y Merly Quispe por darme la vida quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de buenos valores, del esfuerzo, y valentía, de no temer las adversidades. Siempre fueron mi motor que me impulsan mis sueños y esperanzas, les dedico a ustedes este logro amado padres.

A mi hermano: Brandux Morales Quispe; por brindarme sus apoyos incondicionales y por confiar en mi persona. A Fernando Jesús Sánchez Fuentes padre de mi hija quien me ayudo con su motivación a seguir luchando por mis sueños y por creer en mi potencial. A mi princesa Mafer Sánchez Morales por ser mi fuerza y motivo de seguir luchando por mis sueños.

AGRADECIMIENTOS

A mi alma Mater, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Facultad de Zootecnia de mi formación profesional.

Especial reconocimiento y agradecimiento a mi asesor Dr. Daniel M. Paredes López por sus sabios conocimientos, sobre todo por su apoyo y confianza depositada en mi persona para el presente trabajo de investigación.

A mis jurados: M. Sc. Tulita Alegría Guevara, Med. Med. Vet. Lisandro Tafur Zevallos y Med. Vet. Jorge Suplicio Turpo Calcina; por su interés, motivación, apoyo y críticas necesarias para la realización de este trabajo de investigación.

A Celinda Espinoza Tucto técnica del laboratorio de sanidad de la Facultad de Zootecnia, por su apoyo incondicional y brindarme apoyo para la manipulación de los equipos de manera correcta.

A Yoheni Luna Melgarejo, excelente amiga, por haberme tenido la paciencia necesaria, por aconsejarme en cada momento y ser mis fuerzas apoyo para no debilitarme y seguir adelante.

A mis amigos que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional Olinda Sanches, Linda Pozo, Rodrigo; por estar en mi camino dándome fuerzas, guiándome, apoyándome en algunas actividades y los consejos de no desmayar en mi propósito.

A la familia Saavedra Pumacayo por brindarme un hogar, familiares y amigos que de alguna manera contribuyeron a hacer realidad y cumplir mis sueños de una gran profesional, mil gracias.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCION	1
Objetivo general	2
Objetivos específicos	2
II. REVISION BIBLIOGRAFICA	3
2.1. Generalidades de <i>Piper aduncum</i> (matico)	3
2.1.1. Hábitat y distribución geográfica	4
2.1.2. Clasificación taxonómica del matico	5
2.1.3. Composición química	5
2.1.4. Investigaciones y usos del extracto matico	8
2.2. Efecto de la garrapatoxis sobre la ganadería	10
2.3. Generalidades de la garrapata	11
2.3.1. Morfología	11
2.3.2. Distribución	12
2.3.3. Localización	12
2.3.4. Vía de infestación	12
2.3.5. Adaptabilidad ecológica	13
2.3.6. Ciclo biológico y epidemiológico	14
2.3.6.1. Ciclo parasítico	15
2.3.6.2. Ciclo no parasítico	16
2.3.6.2.1. Periodo de pre ovoposición	17
2.3.6.2.2. Periodo de ovoposición	17
2.3.6.2.3. Periodo metatoquia	17
2.3.6.2.4. Periodo de incubación	18
2.3.6.2.5. Periodo de eclosión	18
2.3.6.2.6. Supervivencia larval	18
2.3.7. Etapas de la vida parasitaria	18
2.3.8. Fase de desarrollo de <i>Rhipicephalus microplus</i>	19

2.3.8.1.	Huevos	19
2.3.8.2.	Larvas	20
2.3.8.3.	Ninfa	20
2.3.8.4.	Adulto	20
2.4.	Mecanismo de resistencia de las garrapatas	21
2.5.	Factores que influyen en la presentación de la resistencia	21
2.6.	Métodos de contrarrestar garrapatas	22
2.6.1.	Método químico	23
2.6.2.	Método natural	23
2.7.	Estudio de ixodicidas químicos en control de <i>R. microplus</i>	24
2.8.	Estudios sobre control de <i>R. microplus</i> otras plantas medicinales	24
2.9.	Métodos de extracción del <i>Piper aduncum</i> (matico)	26
2.10.	Importancia económica	27
III.	MATERIALES Y METODOS	28
3.1.	Lugar y fecha de ejecución	28
3.2.	Tipo de investigación	28
3.3.	Material biológico	28
3.4.	Metodología	28
3.4.1.	Etapa I parte 1: Obtención de muestra del matico	28
3.4.2.	Etapa I parte 2: Preparación del extracto de <i>Piper aduncum</i>	29
3.4.3.	Etapa I parte 3: Preparación de la solución	30
3.4.4.	Etapa II: Producción de ninfas de <i>R. microplus</i>	30
3.4.5.	Etapa III: Prueba de contacto de ninfas de <i>R. microplus</i>	31
3.4.6.	Variable independiente	31
3.4.7.	Variable dependiente	31
3.4.8.	Tratamientos de estudio	31
3.4.9.	Análisis estadístico	31
3.4.10.	Croquis de distribución de tratamientos	32
3.4.11.	Datos registrados	33

IV. RESULTADOS Y DISCUCIONES	34
4.1. Mortalidad de ninfas de <i>Rhipicephalus microplus</i> in vitro	34
4.2. Periodo de supervivencia de las ninnfas de <i>R. microplus</i>	37
4.3. Costo de producción	39
4.4. Obtencion del extracto etanolico de <i>P. aduncum</i> desde la M.S.	40
4.5. Produccion de ninfas de <i>R. microplus</i> para la evaluacion in vitro	41
4.6. Temperatura y humedad registrda durante la evaluacion in vitro	42
V. CONCLUSIONES	44
VI. PROPUESTAS A FUTURO	45
VII. BIBLIOGRAFIA	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla		Página
1.	Tamizaje fitoquímico del extracto etanólico <i>Piper aduncum</i> (matico)	6
2.	Mortalidad de ninfas de <i>R. microplus</i> en función de tratamientos	34
3.	Mortalidad de ninfas de <i>R. microplus</i> en función del tiempo	36
4.	Periodo de supervivencia de las ninfas de <i>R. microplus</i>	37
5.	Costo de producción del extracto etanólico de <i>Piper aduncum</i>	39
6.	Obtención del extracto etanólico de <i>P. aduncum</i> desde la M.S.	40
7.	Viabilidad de cada etapa del ciclo biológico del <i>R. microplus</i>	41
8.	Registro de temperatura y humedad mantenida durante la evaluación	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1.	Proceso de elaboración de extracto etanólico <i>Piper aduncum</i>	27
2.	Porcentaje de mortalidad de ninfas de <i>Rhipicephalus microplus</i>	35
3.	Efecto del extracto etanólico en estadio adulto de <i>Rhipicephalus</i>	38

EFEECTO IXODICIDA IN VITRO DEL EXTRACTO ETANOLICO DEL *Piper aduncum* (matico) SOBRE *Rhipicephalus microplus* (garrapata bovina) EN ESTADIO DE NINFA, EN TINGO MARIA

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de Sanidad de la Facultad de Zootecnia – UNAS, cuyo objetivo fue determinar el efecto ixodicida del extracto etanólico de *Piper aduncum* (matico) en el control de *Rhipicephalus microplus* (garrapatas) en la etapa de ninfa. Las hojas de matico primeramente se llevaron a estufa a 40°C por 3 días, luego fueron trituradas en un molino, seguidamente se llevó a maceración con alcohol etanólico a 75% por 3 días finalmente paso a filtración así obteniendo partículas cristalizadas de extracto etanólico de matico. En la prueba in vitro se emplearon 100 ninfas estos se distribuyeron en grupo de 5 y se colocaron sobre papel filtro Wattman N°40 después de ser embebidos con las concentraciones de 0, 1, 2, 4, 8% de extracto etanólico de *Piper aduncum* con cuatro repeticiones por cada tratamiento. Los resultados obtenidos in vitro fueron analizados empleando la prueba de Kruskal – Wallis para determinar la mortalidad de *Rhipicephalus microplus* en el estadio de ninfa; obtuvo 35, 50 y 75 % se reporta para los tratamientos con concentración de 2%; con un periodo de supervivencia de 50% después de 10 minutos del contacto al 2% del extracto de matico. El costo de producción del ixodicida de extracto etanólico de *Piper aduncum* varía de acuerdo a los tratamientos de 0 -8 % de concentración el costo es de 0.76 – 2.84 soles por litro. El extracto etanólico de *Piper aduncum* mostró efectividad más del 50 % antiparasitario ante ninfas a partir de 2% de concentración después de 10 minutos de contacto las ninfas de garrapata bovina.

Palabras claves: *Piper aduncum*, *Rhipicephalus microplus*, efecto ixodicida, extracto etanólico.

**IN VITRO IXODICIDE ETHANOLIC EXTRACT OF *Piper aduncum* (matico)
EFFECT ON *Rhipicephalus microplus* (bovine tick) IN THE NINFAL STAGE**

ABSTRACT

La investigación se realizó en el laboratorio de Sanidad de las Facultad de Zootecnia de la Universidad Agraria de la Selva en Tingo María – Huánuco, con el objetivo de determinar el efecto del ixodicida a base del extracto etanólico de *Piper aduncum* (matico) para el control de *Rhipicephalus microplus* (garrapatas) en estadio de ninfa. Se evaluaron en la prueba in vitro se emplearon 100 ninfas estos se distribuyeron en grupo de 5 y se colocaron sobre papel filtro Wattman N°40 después de ser embebidos con las concentraciones de 0, 1, 2, 4, 8% de extracto etanólico de *Piper aduncum* con cuatro repeticiones por cada tratamiento. Los resultados obtenidos in vitro fueron analizados empleando la prueba de Kruskal – Wallis para determinar la mortalidad de *Rhipicephalus microplus* en el estadio de ninfa; obtuvo 35, 50 y 75 % se reporta para los tratamientos con concentración de 2%; con un periodo de supervivencia de 50% después de 10 minutos del contacto al 2% del extracto de matico. El costo de producción del ixodicida de extracto etanólico de *Piper aduncum* varía de acuerdo a los tratamientos de 0 -8 % de concentración el costo es de 0.76 – 2.84 soles por litro. Los resultados indican que, el extracto etanólico de *Piper aduncum* es eficaz como ixodicida ante ectoparásitos como los *Rhipicephalus microplus*; con un bajo costo de producción por litro.

Palabras claves: *Piper aduncum*, *Rhipicephalus microplus*, ixodicida, extracto etanólico.

I. INTRODUCCIÓN

Las altas temperaturas y la fuerte radiación solar son características de la producción ganadera en zonas tropicales y subtropicales. Además, uno de los problemas que afectan a la productividad ganadera y a las infecciones secundarias son las variaciones estacionales en el suministro de forraje y la infestación por parásitos externos o ectoparásitos. La garrapatoxis es una enfermedad causada por la alta incidencia de ectoparásitos como las *Rhipicephalus microplus* (garrapatas), los daños que causan en los animales: debilidad, irritación, disminución en la producción de leche y carne; además de ser transmisores de importantes enfermedades que causan pérdidas económicas significativas a la producción pecuaria.

Los productos químicos son el método de control de garrapatas más utilizado por los ganaderos. En el desarrollo de la ganadería, los tratamientos se utilizan para ayudar al ganadero a prevenir o controlar plagas y enfermedades. Sin embargo, debido a su carácter residual y a su toxicidad, los productos aplicados pueden provocar diversos grados de contaminación de la carne, la leche y el medio ambiente, como es el caso de los compuestos a base de cloro, fósforo, carbonatos, piretrinas o amidinas.

El uso de ixodicidas de forma percutánea y parental Según Rodríguez (2014), es el método que se puede utilizar para frenar la propagación de los ectoparásitos. Teniendo en cuenta que los extractos de plantas ya se emplean como tratamientos biocidas naturales porque contienen compuestos, exclusivos de algunas plantas, que actúan destruyendo e impidiendo el desarrollo biológico de organismos patógenos nocivos.

La importancia que tiene este trabajo de investigación experimental de contrarrestar la propagación de garrapatas en animales bovinos por medio de ensayos optando por el control biológico a través del uso de extractos vegetales para la producción de ixodicida a base de extracto etanólico de *Piper aduncum* (matico); de esta manera, aprovechando los recursos disponibles y aspectos del animal desde el punto de vista externo. Esto hace necesario plantear e investigar alternativas, como el uso de plantas medicinales y sus derivados que hayan demostrado actividad ixodicida para implementar

estrategias de control y manejo integrado de garrapatas. Para abordar esta problemática, se propone el presente estudio con el fin de determinar ¿cuál será el efecto ixodicida del extracto etanólico de *Piper aduncum* (matico) en el control de *Rhipicephalus microplus* (garrapatas) en estadios de ninfa? Planteándose la hipótesis de que el extracto etanólico de *Piper aduncum* (matico) presenta efectividad antiparasitaria para *Rhipicephalus microplus* (garrapatas) en los estadios de ninfa.

Objetivo General

➤ Determinar el efecto del ixodicida a base del extracto etanólico de *Piper aduncum* (matico) para el control de *Rhipicephalus microplus* (garrapatas) en estadio de ninfa.

Objetivos Específicos

➤ Evaluar el porcentaje de mortalidad in vitro de *Rhipicephalus microplus* (garrapatas) en estadio de ninfa bajo los efectos del extracto etanólico de *Piper aduncum* (matico).

➤ Contrastar el periodo de supervivencia luego de la prueba de contacto en ninfas de *Rhipicephalus microplus* (garrapatas).

➤ Cuantificar el costo económico de la aplicación del ixodicida del extracto etanólico de *Piper aduncum* (matico).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades de *Piper aduncum* (matico)

Piper aduncum L. es un pequeño arbusto o árbol de hoja perenne que alcanza una altura de 6 a 7 metros. Puede extenderse en matorrales o como planta solitaria. A pesar de tener ramas caídas y nudos purpúreos, las ramas son erguidas. Tiene un tallo de al menos 10 cm de diámetro, raíces limosas cortas, madera delicada y medianamente duradera, hoja aromática y ramitas. Sus hojas son alternas, dísticas y elípticas, y miden de 12 a 22 cm de largo. El haz de las hojas es bastante rugoso, mientras que el envés presenta venas salientes que se asemejan a una malla. Su inflorescencia, en forma de espiga curvada opuesta a la hoja y de 12-17 cm de longitud, es de color blanco a amarillo pálido cuando es inmadura y se vuelve verde (Francis, 2017).

El matico es una planta dicotiledónea, arbustiva, perenne, que crece de 1,80 a 5 metros de altura, tiene raíz pivotante, tallo erguido, leñoso y ramificado, y ramas ascendentes. Se llama comúnmente matico y se le atribuyen características medicinales como antiséptico y cicatrizante de heridas. Debido a la presencia de flavonoides, compuestos fenólicos y taninos, también se utiliza en casos de problemas intestinales, erisipela, enfermedades hepáticas y como antioxidante y protector de las membranas celulares (Arroyo, 2012).

Es una planta perenne con una altura máxima de 5 metros. Sus hojas alternas, pecioladas, básicas, coriáceas, ásperas y veteadas están sobre un tallo leñoso, modoso, ramificado, de color verde o gris claro. Su inflorescencia se presenta como una espiga única, compacta o densa, de flores diminutas con rasgos reproductivos hermafroditas. Éstas carecen de adornos y van acompañadas de una bráctea que tiene un ovario con forma de copa y dos estambres. El fruto es una drupa y la semilla es inseminal, no presenta cáliz ni pétalo. (Flores, 2016).

La planta terapéutica el árbol de la familia Piperaceae *Piper aduncum* L. mide entre 6 y 7 metros de altura, tiene un tallo leñoso de color verde con nudos hinchados, es ramificado y posee hojas de color verde claro con peciolo cortos que se forman alternativamente y tienen forma lanceolada con ápices agudos. Las hojas tienen una superficie escabrosa, nervios secundarios prominentes que se elevan desde la mitad inferior de la nervadura media, y miden de 12 a 20 cm de largo y de 5 a 8 cm de ancho. La especie se caracteriza por una inflorescencia en espiga única, densa o compuesta, con flores hermafroditas blancas de 4 mm de grosor y 12 mm de longitud. Sus frutos son pequeñas drupas con semillas negras. (Mejía, 2000).

2.1.1. Hábitat y distribución geográfica

P. aduncum L. puede prosperar tanto en zonas tropicales como templadas. La vegetación perenne y los bosques caducifolios estacionales que rodean los cursos de agua constituyen la mayor parte del hábitat en su zona nativa. Se da entre el nivel del mar y los 2000 metros de altitud a alturas variadas. Ha colonizado hábitats alterados fuera de su área de distribución normal, como estanques naturales de árboles, corrimientos de tierras, orillas de arroyos a menudo inundados, a lo largo de carreteras y márgenes de bosques. Crece hasta los 3000 metros sobre el nivel del mar en las tres regiones de Perú. La Libertad, Amazonas, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, Huánuco, Junín, Lambayeque, Lima, Loreto, Madre de Dios, Pasco, Piura, San Martín y Ucayali son los departamentos donde se ha documentado (Moztacero, 2002).

Esta planta está muy extendida por la costa, la sierra y la selva, e incluso se ha descubierto a altitudes de hasta 3.500 metros sobre el nivel del mar. Prospera en ambientes húmedos a lo largo de las riberas de los ríos y es climáticamente adaptable (Arroyo, 2016).

Su hábitat es bastante diverso, pero se encuentra principalmente en regiones templadas y tropicales; se han descubierto ejemplares hasta 3500 metros sobre el nivel del mar. Es muy común en Perú, Ecuador, Bolivia, Paraguay, Brasil y el norte de Argentina. Se desarrolla mejor en zonas húmedas como riberas de arroyos y lodazales, pero puede adaptarse a cualquier entorno (Saralegui, 2004).

2.1.2. Clasificación taxonómica del matico

El Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos realizó la identificación y clasificación taxonómica, y entregó un certificado.

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Subclase	: Magnolidae
Orden	: Piperales
Familia	: Piperaceae
Género	: Piper
Especie	: Piper aduncum L.

Los nombres comunes son yerba del soldado, cordoncillo y matico selvático. Se dice que el término "Matico" procede del nombre de un soldado español que supuestamente se enteró de los beneficios de las hojas cuando estaba destinado en Perú (Saint, 2018).

2.1.3. Composición química de la hoja

Los estudios sobre la composición química de *P. aduncum* han identificado amidas, fenilpropanoides, terpenos, chalconas y dihidrochalconas, flavonas, así como otras sustancias como crómenos y derivados del ácido benzoico. Entre sus principales actividades biológicas destacan la acción insecticida, antibacteriana, molusquicida, anticancerígena, antifúngica, supresora del crecimiento de *Leishmania amazonensis* y antitripanocida. Sus hojas contienen dillapiol, alcanfor, taninos, saponinas y flavonoides. La planta posee además taninos y flavonoides. También contiene farnesol, óxido de cariofileno, quercitrósido, ácido ursólico, ácido cafeico y monoterpenos (Baser, 2016).

El extracto acuoso o etanólico de las hojas de *Piper aduncum* L. mostraría una mayor actividad antibacteriana contra las bacterias patógenas. Desde un punto de vista cuantitativo, el tanino es el elemento más significativo y es parcialmente responsable de los beneficios terapéuticos de la planta. La concentración de esta sustancia química es del 5,7%. Otros ingredientes importantes son diferentes tipos de alcaloides, a

los que se atribuye un efecto relajante del músculo liso. Por último, se observa la presencia de varios glucósidos, en particular los de la familia de los flavonoides (Flores, 2016).

En las hojas se encuentran alcaloides, saponinas, cumarinas, esteroides esteroideos, aceites esenciales, fenoles, azúcares reductores y glucósidos, ácido tartárico y vitamina K, junto con taninos flavonoides. En los tallos y raíces de las plantas se encuentran aceites esenciales, esteroides, fenoles, terpenos, glucósidos, alcaloides, saponinas, esteroides, taninos flavónicos y flavonoides. En las hojas se han identificado friedelinol, friedelina y otras sustancias químicas triterpénicas. Tallos y raíces: Contienen fenoles, esteroides, terpenos, azúcares reductores y glucósidos, alcaloides, saponinas, esteroides, flavonoides, taninos flavonoides y flavonoides; también contienen aceites esenciales y una sustancia como el ácido tartárico (Proaño, 2013).

Según, Arroyo (2011) investigación de la fitoquímica del extracto etanólico de las hojas "matico" de *Piper aduncum*. Mediante un examen cromatográfico en capa fina se descubrió que el extracto etanólico incluye 18 componentes. La tabla N 1 muestra los resultados de la investigación fitoquímica.

Tabla 1. Tamizaje fitoquímico del extracto etanólico de *Piper aduncum*.

Estudio fitoquímico del extracto etanólico de las hojas de matico	
Metabolitos secundarios: Rx	Extracto etanólico
Alcaloides : Dragendorff	++
Flavonoides : Shinoda	+++
Saponinas : espuma	+
Fenólicos : cloruro férrico	+++
Aceites : olor	+++
Taninos : Gelatina	++
Esteroides : L. Burchard	+
Aminoácido : Ninhindrina	-
Quinonas : Bortranger	+

FUENTE: ARROYO, (2011).

Los principios activos son sustancias químicas que tienen un efecto farmacológico sobre las personas u otros seres vivos. Los principios activos de las plantas pueden ser componentes simples como los alcaloides o mezclas complejas como las resinas y los aceites esenciales. Los heterósidos y los azúcares son las sustancias más frecuentes. También son activos los alcaloides, flavonoides, saponinas, taninos, aceites esenciales y otros compuestos vegetales. (Velasquez,2009).

- **Alcaloides.** Son compuestos orgánicos nitrogenados que poseen características básicas, proceden de plantas y tienen una función fisiológica energética (terapéutica o tóxica). Sirven como estimulantes cerebrales y cardíacos en medicina; a medida que se aumenta la dosis, disminuye la actividad motora, lo que provoca sueño. Su complejidad molecular, el hecho de que la mayoría de ellas sean potentes venenos vegetales y el hecho de que incluso pequeñas dosis de ellas tengan efectos significativos en el organismo hacen que su uso inadecuado pueda provocar intoxicaciones graves e incluso la muerte. En función de su composición química y estructura, se han establecido las siguientes categorías: isocinoleicos, indólicos, quimioléicos, piridínicos y piperídicos, esteroides y derivados del tropano.

- **Flavonoides.** Están formados por derivados de las flavonas y sus constituyentes. Junto con la clorofila y los carotenoides, constituyen cada uno de los pigmentos amarillos que se observan en las secciones verdes de la planta. Tienen características cardiotónicas, hemostáticas, antiinflamatorias y fortalecedoras de los capilares sanguíneos.

- **Saponinas.** Son compuestos terpénicos que funcionan bien como emulsionantes, agentes limpiadores y espumantes. Las drogas se encuentran en la sangre. Por otra parte, un azúcar (que se utiliza en la síntesis de hormonas esteroideas) y una saponina se producen como resultado de su hidrólisis por óxidos o enzimas. las saponinas que contienen en el pericarpio. La tensioactividad característica de estas puede estar relacionada con su acción sobre el sistema respiratorio, estos glucósidos son especialmente tóxicos para los animales de sangre fría, de ahí los efectos biocidas conspicuamente referidos. Recientemente se reporta que los extractos de plantas tienen efectos como repelente de garrapatas o como agentes.

- **Taninos.** Tienen funciones protectoras en las plantas porque son astringentes y antinutritivas, lo que impide su absorción y protege a la planta

de insectos y herbívoros. La expresión se aplicó por primera vez a ciertos compuestos orgánicos que se extraían de las plantas utilizando agua o una solución de agua y alcohol, se decantaban y se dejaban evaporar a bajas temperaturas hasta obtener el resultado deseado. Los taninos tienen un sabor amargo y astringente y un olor ligeramente característico. Dado que reaccionan con las proteínas de colágeno de la piel ante el calor, la putrefacción del agua y el ataque de microbios o ectoparásitos, los taninos se utilizan en el curtido (Sharma, 2019).

El proceso de curtido, que convierte la piel animal en cuero, aprovecha la capacidad de los taninos para precipitar las proteínas. Por sus características antibacterianas, no sólo influyen en la elasticidad, resistencia e impermeabilidad del cuero, sino que también ayudan a mantenerlo. Debido a sus propiedades astringentes, los taninos se utilizan en medicina. Estas propiedades se distinguen por la sequedad y aspereza que crean al entrar en contacto con la mucosa bucal, provocada por la reacción de los taninos con las proteínas que componen la piel y las mucosas. Se vuelve menos permeable y refuerza la protección de las capas profundas contra la infección bacteriana, la irritación química y la irritabilidad mecánica cuando se administran bajas concentraciones de taninos a la mucosa, de la que sólo se "curte" la parte exterior (Gómez, 2012).

- **Quinonas.** Los compuestos quinoides naturales y sintéticos poseen una variedad de propiedades biológicas tales como antimaterial, antifúngica, antiprotozoaria, antiinflamatoria, antioxidante, inhibición de la reverso transcriptasa HIV -1 y actividad antitumoral; y los principales procesos biológicos involucrados con esta última actividad son la intercalación de ADN, la alquilación biorreductiva de biomoléculas y la generación de oxirradicales a través del ciclo redox.

2.1.4. Investigaciones y usos del extracto de matico

La actividad antifúngica de tres dosis de extracto etanólico de *Piper aduncum* sobre cepas de *Candida albicans* ATCC 10231. Resultados: A una concentración del 50%, el halo inhibitorio tuvo un diámetro medio de 12,03 mm, de 15,21 mm a una concentración del 75% y de 20,14 mm a una concentración del 100%. Se descubrió que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las distintas

concentraciones según los resultados de la prueba ANOVA. Los resultados mostraron que contra las cepas de *Candida albicans* ATCC 10231, el extracto etanólico de *Piper aduncum* al 100% exhibió la mayor acción antifúngica (Florián, 2019).

Según los resultados, el diámetro medio de los halos de inhibición sobre *Porphyromona gingivalis* a las 72 horas para el extracto de *Piper aduncum* al 0,5% fue de 8,65 mm, al 0,25% fue de 6,25 mm y al 0,062% fue de 4,8 mm. A las 96 horas, el diámetro medio del extracto de *Piper aduncum* al 0,5% fue de 16,25 mm, al 0,25% de 10,95 mm y al 0,062% de 7,35 mm. El extracto etanólico de *Piper aduncum* (matico) inhibe las cepas de *Porphyromona gingivalis* y tiene un impacto antibacteriano sobre ellas a dosis del 0,5%, 0,25% y 0,062%, respectivamente (Ruiz, 2015).

Determinar la eficacia antibacteriana del extracto etanólico de *Piper aduncum* "matico" sobre *Staphylococcus aureus* Metodología: Se propuso un estudio cuantitativo transversal con un diseño experimental compuesto por dos variables independientes y una variable dependiente. La población de estudio incluyó *Piper aduncum* "matico" y se utilizó *Staphylococcus aureus* como muestra microbiológica. Se utilizaron cuatro kilogramos de la planta para preparar un extracto por maceración y determinar el efecto antibacteriano de la planta mediante el método de difusión en pocillos. A concentraciones del 50% y el 100%, el extracto etanólico de *Piper aduncum* "matico" tiene un efecto antibacteriano sobre *Staphylococcus aureus*. (Galán, 2021).

Evaluación de la capacidad de los aceites esenciales de *Piper aduncum* (matico) para repeler adultos de *Aedes aegypti* in vivo. Se realizaron dos ensayos con el aceite esencial utilizando concentraciones de 0,125, 0,250, 0,500 y 1,500 mg/ml y un control negativo (aceite esencial de *Piper aduncum* (matico) y un control negativo (aceite de *Piper aduncum*); 0,500 y 1 mg/ml y un control negativo (aceite de *oliva puro*); el proceso se llevó a cabo en el bioterio del Hospital Regional de Lambayeque donde se detectaron los diferentes estadios de *Aedes aegypti* (Peña, 2022).

Investigación que examinó la eficacia inhibidora de *Staphylococcus aureus* de los extractos etanólicos de *Piper aduncum* L. (Matico). Primero se identificaron las cepas de *S. aureus*, después se elaboraron los extractos etanólicos mediante un método específico y, por último, utilizando un método de difusión Kirby Bauer modificado, se determinó el efecto inhibidor in vitro de los extractos etanólicos contra *S. aureus*, que se expuso a cinco concentraciones de 1000 mg/mL, 800

mg/mL, 600 mg/mL, 400 mg/mL y 200 mg/mL. Como resultado, *Piper aduncum* (Cervera, 2022).

En cambio, las plantas medicinales se han utilizado como fuentes de tratamiento para muchas enfermedades. El toronjil y el matico son dos ejemplos de plantas conocidas por sus beneficios terapéuticos. *Fusobacterium nucleatum* es una bacteria común en la cavidad bucal que causa infecciones comunes en esta zona y puede extenderse a otras partes del cuerpo. El objetivo es averiguar si el extracto etanólico de *Piper aduncum* (matico) tiene propiedades antibacterianas contra *Fusobacterium nucleatum*. Metodología: El estudio es de carácter analítico, transversal, prospectivo y experimental. Se utilizaron 2 kg de hojas de *Piper aduncum* (matico) para elaborar el extracto, que luego se utilizó para probar diferentes cepas de *Fusobacterium nucleatum* a dos concentraciones del 100% y el 50% para cada planta (Guerrero, 2021).

2.2. Efecto de la garrapatoxis sobre la ganadería.

Al chupar la sangre de los animales y producir anemia y fragilidad, las garrapatas perjudican al ganado de varias maneras. El ganado que ha sido picado por garrapatas experimenta dolor, picor y malestar. Como resultado, los animales comen menos, crecen lentamente, ganan menos peso y producen menos leche. Las picaduras dejan llagas en la piel que se asemejan a perforaciones u otros defectos del cuero curtido; estos defectos hacen bajar el valor de mercado de las pieles. Además, las garrapatas pueden transmitir al ganado enfermedades peligrosas como la babesiosis, la piroplasmosis y la anaplasmosis. Las pérdidas de peso vivo son significativas; se calcula que cada año se pierden entre 40 y 50 kg de peso vivo, además de otras pérdidas como la reducción de la fertilidad y la disminución de la producción. (López, 2006).

Las garrapatas tienen una mayor incidencia durante el verano y causan importantes pérdidas económicas en la producción de leche y piel. También causan daños en la piel y reducen el índice reproductivo del ganado. Por un lado, cada garrapata que se alimenta de sangre debilita y estresa al animal afectado. A partir de 20-30 garrapatas por animal, los daños empiezan a repercutir en la economía (reducción de la leche o del aumento de peso, impacto potencial en la reproducción, debilitamiento del sistema inmunitario que hace más probables otras enfermedades, etc.). Se cree que una infestación de 50 o más garrapatas hembra *Boophilus* provoca una disminución del aumento de peso

anual de unos 500 gramos por garrapata. La disminución de la producción anual de leche en el ganado lechero (Spickler, 2010).

2.3. Generalidades de la garrapata

Durante tres semanas, la garrapata *Rhipicephalus microplus* se alimenta del animal, pasando por las fases larvaria, ninfa y adulta. Ha multiplicado por más de cinco su tamaño en las últimas 24 horas, se hincha de sangre, se separa y cae al suelo, donde busca un lugar apropiado para desovar (Benavides, 2005).

La garrapata común de los bovinos, *Rhipicephalus microplus*, es un ectoparásito hematófago miembro del superorden Parasiformes, orden Ixodida y superfamilia Ixodaidea del filo Arthropoda. *R. (B.) microplus* es una de las 722 especies reconocidas de la familia Ixodidae, que incluye 722 especies de garrapatas duras (género Ixodes). El calor y la humedad en entornos tropicales y subtropicales, donde las garrapatas *RR. (B.) microplus* prosperan, son las condiciones ideales para la existencia de la especie (Krantz, 2009).

Según Sánchez (2004), explica que la garrapata *Rhipicephalus microplus*, un ectoparásito de amplia distribución e importante repercusión económica, se originó en Asia y pasó miles de años viviendo muy cerca del ganado cebú. Al compartir el mismo nicho ecológico, dicha raza acabó desarrollando cierta resistencia a la garrapata. Los animales procedentes de Europa, en cambio, nunca habían tenido contacto con el parásito, lo que los hizo extremadamente vulnerables una vez expuestos a él como consecuencia de su migración a estas zonas tropicales.

2.3.1. Morfología

Las garrapatas se distinguen por su cuerpo aplanado, cuyo tamaño oscila entre 1 y 10 mm. Cuando se alimentan, pueden llegar a pesar más de 250 mg. En la cabeza, que también protege el sistema nervioso, se encuentran dos quelíceros, estructuras que perforan la epidermis del huésped para permitir la inserción del hipostoma, una estructura dentada de tamaño considerable que succiona la sangre. Los palpos, que se encuentran a los lados del hipostoma y marcan los lugares de mayor irrigación sanguínea y menor calibre del tegumento, sirven para proteger el hipostoma manteniéndolo inmóvil cuando se alimenta (Gutiérrez, 2006).

Internamente, las garrapatas tienen un sistema circulatorio directo de tipo abierto. Su aparato digestivo está formado por piezas bucales, un esófago y una faringe que conectan con los divertículos gástricos del estómago. En estas estructuras, la sangre se divide en sus componentes, que son absorbidos por ósmosis y transportados a la cavidad general del cuerpo, donde se diluyen en la hemolinfa (Gállego, 2006).

2.3.2. Distribución

Hay garrapatas del ganado (Acari: Ixodidae) en todo el mundo, pero son más frecuentes en zonas tropicales y subtropicales. Este parásito se descubrió por primera vez en Asia, donde evolucionó durante un largo periodo de tiempo en estrecha proximidad con el ganado cebú (*Bos Indicus*). Mientras que las razas bovinas continentales (*Bos Taurus*) son susceptibles a este ectoparásito, esta especie bovina desarrolló y ha conservado cierto nivel de resistencia como resultado de su coevaluación (Bazán, 2002).

2.3.3. Localización

Bayer (2004), el género tiene un impacto significativo en el lugar donde la garrapata se adhiere al hospedador. *Rhipicephalus microplus* es el parásito más prevalente en el ganado vacuno, y puede encontrarse en cualquier parte del cuerpo excepto en las orejas, el cuello, la región pectoral, las axilas, la base de la cola, la región del perineo y la cara interna del muslo. Los adultos pueden encontrarse en el pecho, la papada, los genitales, el cuello, la axila, el abdomen, la ingle y el prepucio, mientras que las larvas y las ninfas pueden encontrarse ocasionalmente en la oreja.

2.3.4. Vía de infestación

Deben interactuar físicamente con el hospedador para comunicarse con él; siempre es de forma directa. Una o varias enfermedades transmitidas por garrapatas, que constituyen una importante limitación de la productividad ganadera y se dan sobre todo en regiones tropicales y subtropicales, perjudican a la mitad del ganado mundial. Una infestación moderada de garrapatas que no se controla reduce el aumento de peso en un 25%. Desde un punto de vista zoonosanitario y financiero, el parasitismo obligado que *Rhipicephalus microplus* impone al ganado crea una interacción cuyos

efectos sobre los procesos críticos del hospedador son de la mayor importancia (Gonzales, 2007).

Muchas especies diferentes de garrapatas pueden aguantar largos periodos de tiempo sin acceso a comida o agua. En general, las ninfas viven más que las larvas. La capacidad de supervivencia de las garrapatas de la familia Ixodidae depende en gran medida de la presencia de humedad. La deshidratación completa es extremadamente perjudicial, pero la humedad excesiva, sobre todo tras un periodo prolongado de ayuno, favorece el crecimiento de hongos en las garrapatas y puede tener efectos letales (Bazán, 2002).

2.3.5. Adaptabilidad ecológica

Las garrapatas pueden sobrevivir en entornos con variaciones anuales de precipitaciones de 400 a 2.800 mm desde el nivel del mar hasta los 2.600 metros de altitud. Aunque pueden soportar circunstancias difíciles, la ausencia de humedad ambiental puede acortar o incluso poner fin al ciclo vital de las Ixodidae. Como se sabe que las larvas de *Rhipicephalus microplus* pueden sobrevivir hasta 43 días a una temperatura de 20°C y una humedad del 84%, prefieren una humedad elevada y temperaturas superiores a 20°C. Sin embargo, los daños empiezan a producirse cuando la humedad desciende por debajo del 63%. Normalmente, las larvas se desplazan horizontalmente hasta 8 m de su emplazamiento original trepando por las plantas de los prados para facilitar el acceso a los hospedadores (Gonzales, 2007).

En las regiones tropicales con precipitaciones constantes, alta humedad y temperaturas moderadas, las condiciones son ideales para el crecimiento de muchas generaciones de garrapatas al año, que se detectan continuamente. La gravedad de la plaga varía en las zonas subtropicales con estaciones más o menos húmedas o secas (Bayer, 2004).

Según Bazán (2002), una vez que la hembra adulta ha finalizado su ciclo, deposita sus huevos en lugares húmedos, sombreados y libres de radiación solar, preferiblemente hacia la base de la vegetación dominante. Esto aumenta la probabilidad de que los huevos eclosionen: Una vez que las larvas han emergido, quedan protegidas del sol seco durante el día por los pastizales u otra cubierta vegetal.

2.3.6. Ciclo biológico y epidemiológico

Dado que tanto las hembras como los machos necesitan sangre para inducir la ovogénesis y la espermatogénesis, (Stafford, 2007) afirma que más del 90% del ciclo vital de la garrapata tiene lugar en el hospedador. Las garrapatas pasan por tres etapas en su ciclo vital, la primera de las cuales se conoce como no parasitaria y dura desde el momento en que una garrapata hembra se separa de su hospedador hasta que se desarrolla una nueva generación de garrapatas en estado larvario. En este punto, cada garrapata ovipositar entre 2000 y 3000 huevos, lo que se conoce como oviposición. El huevo tarda entre 30 y 33 días en incubarse y eclosionar, aunque este tiempo puede prolongarse en función del entorno.

Las tres fases parasitarias del ciclo vital de la garrapata bovina - larvas, ninfas y adultos de ambos sexos- se alimentan, mudan y aparean en el mismo hospedador. El ciclo vital de la garrapata se divide en dos fases: la parasitaria y la no parasitaria. La fase no parasitaria comienza cuando la hembra se desprende y empieza a poner huevos en el suelo durante un periodo de 2 a 6 días, con una duración total de 8 a 20 días. Dependiendo de la temperatura y la humedad, el periodo de incubación puede prolongarse hasta 50 días. Las ninfas (que tienen ocho patas) mudan en siete días para convertirse en larvas (que nacen con tres pares de patas y se aferran al hospedador), y luego mudan en ocho o nueve días para convertirse en adultos. La duración total del ciclo es de (Espinoza, 2005).

Entre los 19 y 25 días de su ciclo parasitario, las hembras se separan para depositar en el suelo sus hasta 3.000 huevos por garrapata. Las larvas "cutivas" o "pinolillos", que tienen tres pares de patas y el tamaño de la punta de un alfiler, llegan un mes después y se encuentran en el borde del pasto en grandes cantidades de miles de individuos. Tras alimentarse durante una semana del ganado (tiempo durante el cual son prácticamente indetectables), mudan al estadio de ninfa (con cuatro pares de patas), que ya puede verse como pequeños granos de color gris azulado oscuro de 1 a 2 mm de tamaño, que tras una semana mudan a adultos; tras otra semana en el animal, los adultos mudan al estadio de pupa (Benavides, 2005).

El ciclo vital de *Rhipicephalus microplus* consta de dos fases: un periodo parasitario durante el cual la garrapata crece sobre el ganado, y una fase no parasitaria o de vida libre. En todos sus estadios fenológicos -larvas, ninfas, adultos y

mudas- la garrapata *Rhipicephalus microplus* se alimenta exclusivamente de sangre. Tiene tres pares de patas en la fase de larva y cuatro pares en las fases de ninfa y adulto (Jacho, 2015).

Los huevos tardan unos 30-33 días en eclosionar, aunque este tiempo puede prolongarse en función del entorno. Las garrapatas se conectan con el hospedador durante la segunda fase, denominada fase de encuentro. Los quimiorreceptores, que pueden oler sustancias químicas como el dióxido de carbono, el amoníaco y el ácido láctico, entre otros olores corporales, les permiten localizar al hospedador. Las larvas se adhieren al hospedador durante la fase parasitaria, en la que se alimentan de sangre y fluidos corporales. Esto les permite mudar a la fase de ninfa, en la que siguen alimentándose y sufren otra muda en la que pueden diferenciarse en machos y hembras jóvenes, que seguirán alimentándose de sangre para reproducirse. (Rodríguez, 2014).

2.3.6.1. Ciclo parasítico

La fase parasitaria, que, a diferencia de la fase no parasitaria, apenas se ve afectada por factores ambientales, comienza cuando las larvas que se encuentran en la vegetación acceden al ganado. Las larvas comen entre 3 y 5 días después de posarse en el ganado antes de mudar a ninfas. Aproximadamente al noveno día, han seguido alimentándose y están mudando en el hospedador adulto (machos y hembras). Las hembras siguen ingurgitando tras la cópula antes de caer al suelo para desovar. La fase parasitaria total suele durar 23 días (Nava, 2011).

Comienza a hacer efecto en el animal en cuanto una larva (que tiene tres pares de patas) se adhiere a él y empieza a beber sangre. El ciclo parasitario dura en total entre 18 y 21 días. La larva se alimenta de sangre y en 6 o 7 días muda a ninfa con cuatro pares de patas. La ninfa ingiere sangre y en 6 o 7 días muda a adulto, diferenciándose los machos de las hembras. El control de las garrapatas durante el ciclo parasitario se basa en el uso de ixodicidas para romper el ciclo biológico de la garrapata en el animal y en la resistencia inherente del animal a la fijación de las larvas (Gonzales, 2007).

Las garrapatas conectan con el hospedador durante la segunda fase, denominada fase de encuentro. Los quimiorreceptores, que pueden oler sustancias químicas como el dióxido de carbono, el amoníaco y el ácido láctico, entre

otros olores corporales, les permiten localizar al hospedador. Por último, pero no menos importante, está la fase parasitaria, durante la cual las larvas se adhieren al hospedador y se alimentan de sangre y fluidos corporales. Esto les permite pasar a la fase de ninfa, en la que pueden diferenciarse en machos y hembras jóvenes si siguen alimentándose. Esto depende del ciclo vital de la garrapata, en cuyo caso debe habitar en uno, dos o más hospedadores para asegurar la aparición de nuevas garrapatas (Jeremías, 2003).

2.3.6.2. Ciclo no parasítico

La vida no parasitaria se divide en varias fases, la más larga de las cuales es la pre-oviposición de la hembra ingerida (teleogina), que dura entre 2 y 6 días desde que se desprende del animal hasta que pone el primer huevo. A continuación, el tiempo que transcurre desde el primer huevo hasta el último se denomina fase de oviposición, y normalmente se ponen entre 2000 y 3000 huevos durante este tiempo. La fase de incubación, que dura desde el momento de la oviposición hasta la eclosión de las larvas, puede durar entre 20 y 45 días, dependiendo en gran medida de la temperatura ambiente y la humedad (Canevari, 2017).

La pre-oviposición, la oviposición, la incubación y la supervivencia larvaria son las distintas fases de desarrollo que componen la fase no parasitaria de *Rhipicephalus microplus*; Según los factores ambientales, el periodo de pre-oviposición dura desde que las hembras caen al suelo hasta que se ponen los primeros huevos (de 2 a 14 días), el periodo de oviposición dura desde que se ponen los primeros huevos hasta los últimos (de 11 a 70 días), el periodo de incubación dura desde que se inicia la oviposición hasta que emergen las larvas (de 21 a 146 días), y el periodo de supervivencia larvaria dura desde que las larvas sobreviven hasta que eclosionan. La progresión de esta fase (Gonzales, 2007).

2.3.6.2.1. Periodo de pre ovoposición o protoquia

El teleogina ingurgitado busca zonas sombreadas y protegidas para poner sus huevos cuando se separa espontáneamente del hospedador. La protoiquia, también conocida como pre-oviposición, es el periodo de tiempo que transcurre entre la separación y el inicio de la puesta de huevos. El tiempo necesario para este proceso a lo largo del verano oscila entre 2 y 6 días, siendo lo más

frecuente 3 días, con una media de 3 a 4 días. La mayoría de los casos de protocaridosis, que representan aproximadamente el 95% de todos los casos, tienen lugar en el lapso de 2 a 4 días, principalmente en verano y en entornos de laboratorio. Esta fase puede durar hasta 7 días en países como la India, con una media de unos 4,2. En 86 de los teleoginas investigados en los laboratorios de Brasil, la duración media de la pre-oviposición es de 3 días, con variaciones entre (Gutiérrez, 2006).

2.3.6.2.2. Periodo de ovoposición u ootoquia

Abarca desde la puesta del primer huevo por la teleogina hasta la puesta del último huevo. Según datos de Buenos Aires, las condiciones ambientales tienen cierta influencia en la duración de este tiempo. En verano, dura una media de 13 a 15 días, y en invierno, de 35 a 45 días, con un mínimo de 8 días en enero y un máximo de 60 días en agosto. En diciembre y enero fueron 9 y 10 días, mientras que en agosto fueron 27 días (Gutiérrez, 2006).

2.3.6.2.3. Periodo metatoquia

El periodo de tiempo que transcurre entre la muerte del teleogina, o de la hembra que ya no genera huevos, y el cese de la puesta de huevos. Nuestra experiencia, obtenida a partir de los ejemplares mencionados, indica que este periodo oscila entre 2 y 15 días, siendo extremadamente raros los ejemplares que viven más de 8 días. En estas circunstancias, sólo un examen minucioso revelará movimientos diminutos e irregulares, principalmente en la zona dorsal (Gutiérrez, 2006).

2.3.6.2.4. Periodo de incubación

Los huevos tienen unas dimensiones aproximadas de 550 por 400 m y adoptan una forma ovalada una vez liberados en el medio ambiente. Son de color marrón oscuro y tienen una sustancia parecida a la albúmina cubierta en la superficie de su exterior resbaladizo y pegajoso. Las pruebas de cultivo in vitro en frascos de vidrio con temperatura controlada (placas de Petri) tardan 15 días en completarse en verano, pero 51 días aproximadamente en invierno (Gutiérrez, 2006).

2.3.6.2.5. Periodo de eclosión

Los porcentajes de eclosión en laboratorio son infamemente elevados, siempre por encima del 80%, en el caso de ejemplares normales sin alteraciones morfológicas evidentes y que no han sufrido el impacto de la manipulación, tratamientos con garrapatas o condiciones desfavorables como calor intenso o luz solar intensa. El crecimiento de los hongos se favorece en una atmósfera de cultivo in vitro. Una vez que estos hongos han infectado un cultivo, éste se destruye por completo. Como resultado, por un lado, esterilizan completamente un cultivo después de la infección. Sin embargo, se ha demostrado que, en entornos naturales, los huevos de la especie *Rhipicephalus microplus* que se entierran en agua durante un periodo de 7 a 14 días ven reducida su tasa de fertilidad a niveles extremadamente bajos y, con el tiempo, esta fertilidad se destruye por completo (Gutiérrez, 2006).

2.3.6.2.6. Supervivencia larval

Los meses con mayor supervivencia fueron los lluviosos (de octubre a marzo), mientras que los meses con menor supervivencia fueron los secos (de abril a septiembre) (Gonzales, 2007).

Descubrieron que, en Argentina, en condiciones de laboratorio (20 a 22° C, 80% de HR y sombra), los animales podían sobrevivir hasta 204 días. Los autores afirman que este periodo prolongado se debió a unas condiciones ambientales favorables, ya que la vida libre de las larvas sin comer, que puede durar hasta 180 días, se acorta en periodos de altas temperaturas y sequías continuas (Muñoz, 2001).

2.3.7. Etapas de la vida Parasitaria

La fase de vida parasitaria comienza cuando la larva de vida libre trepa a un animal; esta garrapata selecciona inicialmente el bovino, pero si esta especie no está presente, puede trepar a otras especies (equino, ovino, etc.), además de a animales salvajes, donde pueden completar su ciclo reproductivo aunque no expresen plenamente su potencial reproductivo: Larvas: Las zonas de piel fina (como la cara interna de los muslos, el vientre, la región del capuchón, el cuello, las axilas y el pecho) son las preferidas para que trepen a un hospedador con el fin de empezar a alimentarse en ellas.

Mide unos 0,5 mm y tiene tres pares de patas de color marrón oscuro. Quedan unas 72 horas para la siguiente fase (SENASA, 2020).

- Primer estadio: La metalarva conocida como resistente se denomina así porque los garrapaticidas no tienen ningún efecto sobre ella. Los tres pares de patas son completamente inmóviles y no se alimenta. (Es de color blanco amarillento. Inicia el proceso de metamorfosis de dos a tres días para convertirse en ninfa. El siguiente estadio es el de ninfa, que dura tres días y tiene cuatro pares de patas algo móviles, de color hialino (transparente), con un escudo naranja y se alimenta.

- Segundo estadio: La resistencia, también denominada metaninfa, se caracteriza por la inmovilidad de las patas, la segunda muda y el inicio del dimorfismo sexual. Los machos más grandes y más pequeños, con un color gris plomizo (plumbito), que dura 5 días, son los que dan a luz a las hembras.

- Adultos Neandro: Gonandro macho adulto, escudo oscuro que ocupa toda la superficie dorsal tiene una duración de 2 a 3 días; -Neogina hembra estéril recién eclosionada, de color claro con estrías marrón verdoso y patas largas tiene una duración de 3 días. Los machos recién eclosionados son bastante móviles y tienen una coloración marrón claro con un espolón caudal. A continuación, está preparado para reproducirse. - Partenogina La neogina se quitiniza, dando lugar a un cuerpo marrón rojizo y un escudo marrón parduzco. Esta fase dura de 2 a 5 días, y el peso corporal de la neogina puede aumentar hasta un 400%. La partenogina que cambia de color marrón rojizo cuando está completamente alimentada de sangre y preparada para separarse se denomina teleogina. Esta fase puede durar de uno a cinco días.

2.3.8. Fases de desarrollo de *Rhipicephalus microplus*

2.3.8.1 Huevo

La hembra agrupa masas de 300 a 2500 huevos que deposita en el suelo con una secreción glandular protectora. Los huevos son bastante pequeños, miden una media de 554 m de largo por 409 m de ancho y pesan 51,76 g. Tienen forma esférica y son de color marrón rojizo. Los huevos recién puestos tienen un tinte amarillo-marrón y, a medida que avanza la incubación, se vuelven de color marrón parduzco. Crean una pequeña mancha blanca en su interior y se vuelven de color marrón translúcido a

medida que avanza el proceso de incubación; se trata de la fase inicial del embrión. Los miembros de la familia Ixodidae pueden tener periodos de incubación de 16 a 202 días. Los días dependen de factores ambientales como la humedad y la temperatura (Drugueri, 2005).

2.3.8.2 Larva

Las larvas de color marrón rojizo, también conocidas como "pinolillos" en algunas partes del país, se encuentran en grandes cantidades en el suelo, en los pastos o en las hierbas de los pastos donde ha pastado el ganado infectado. Son pequeños, aproximadamente la mitad del diámetro de un alfiler (0,9 mm), y se sabe que causan problemas de plagas. La larva emerge del huevo y se agrupa en la zona donde eclosionó para salvaguardarse de la desecación. Debe pasar largos periodos de ayuno porque sus posibilidades de encontrar un hospedador son escasas. Se distingue por tener sólo seis patas y, en esta fase, la diferenciación sexual no es posible. Para esperar a un parásito, las larvas trepan por postes o por la hierba (Drugueri, 2005).

2.3.8.3 Ninfa

Los adultos carecen de abertura genital, lo que dificulta su identificación sexual, mientras que las ninfas tienen ocho patas. Para evitar el riesgo de morir mientras buscan un hospedador para reanudar su ciclo, algunas especies mudan mientras están sobre el hospedador. Otras deben mudar en el suelo y luego buscar un hospedador en la siguiente fase. A menudo es posible distinguir una hembra de un macho una vez que la ninfa se ha alimentado, debido al mayor tamaño de la primera. Este método no es siempre preciso. Las ninfas son más grandes que las larvas, tienen un conjunto adicional de patas y ahora tendrán ocho patas durante el resto de su vida. También tienen la misma coloración que las larvas (Drugueri, 2005).

2.3.8.4 Adulto

Los adultos presentan dimorfismo sexual: el macho mide entre 3 y 4 mm y la hembra entre 10 y 12 mm. Su cuerpo tiene una superficie dorsal lisa con un borde posterior festoneado. La abertura vaginal se encuentra entre las coxas del segundo par de patas, mientras que los peritremas se sitúan detrás de la coxa del cuarto

par de patas. Tienen forma ovalada, un color verde oliva o gris azulado y una cutícula firme y pulida. Tras aparearse con una o varias hembras, el macho fallece. La hembra fecundada muere tras descender a la tierra para poner sus huevos. El macho de la familia Ixodidae está totalmente cubierto por un escudo dorsal, lo que permite distinguir fácilmente los sexos en los adultos (López, 2006).

2.4. Mecanismos de resistencia de las garrapatas

Los mecanismos mediante los cuales la garrapata *Rhipicephalus microplus* puede tolerar la aplicación de acaricidas químicos son principalmente cuatro como la detoxificación metabólica, modificación del sitio de acción de las moléculas químicas, disminución de la absorción del acaricida y mecanismos conductuales en la garrapata (Alonso 2022).

- **Detoxificación metabólica:** La resistencia por detoxificación metabólica es causada por la actividad elevada de algunas enzimas como oxidasas, esterasas, glutatión-s-transferasas y las carboxilesterasas. Estas enzimas tienen la capacidad de degradar y/o secuestrar a las moléculas de los acaricidas dependiendo del sistema enzimático o familia de químicos involucrados.

- **Modificación del sitio de acción:** La modificación del sitio de acción se debe a la alteración del lugar donde las moléculas químicas actúan, de tal forma que no se completa la unión del químico con sus receptores dentro del organismo del parásito.

- **Disminución de la absorción:** La disminución de la absorción se debe al desarrollo de barreras en la cutícula externa de *Rhipicephalus microplus* contra los acaricidas químicos. Resistencia por conducta La resistencia por conducta es cuando las garrapatas tienen la capacidad de evadir el contacto con el químico, sobre todo cuando no se aplica la cantidad adecuada del acaricida.

2.5. Factores que influyen en la presentación de la resistencia de las garrapatas.

Trinidad, (2014) la aparición de la resistencia de las garrapatas a los químicos varía entre regiones y depende principalmente de la ecología local de las garrapatas como tipos de garrapatas, condiciones ambientales, cantidad y tipo de

hospedadores potenciales, así como del manejo de los productos químicos; sin embargo, se han mencionado tres factores principales con el desarrollo de garrapatas *Rhipicephalus microplus* resistentes:

- **Forma de aplicación de los acaricidas:** La forma de aplicación de los acaricidas es un factor que puede predisponer a la aparición de individuos resistentes en una población de garrapatas. Las principales formas de aplicación son a través de la aspersión, inmersión y derrame dorsal, resaltando la primera, la cual se utiliza en la mayoría de las unidades de producción bovina. Expertos en el tema indican que la aplicación por aspersión manual puede promover el desarrollo de poblaciones de garrapatas resistentes, ya que aumenta la posibilidad de 24 hacerlo incorrectamente; mientras que, en el caso de la aplicación por inmersión, se ha señalado que ayudaría a retrasar la aparición de estas poblaciones.

- **Número de aplicaciones por año:** Está demostrado que un número elevado de tratamientos acaricidas por año favorece el desarrollo de resistencia de las garrapatas. En México se ha documentado que la aplicación de piretroides más de seis veces al año es un factor que influye en la presentación de resistencia a estos químicos. También, se ha reportado que la aplicación de ivermectina, cuatro o más veces al año, favorece la aparición de poblaciones de *R. microplus* resistentes a esta molécula. Por lo ello, se debe poner especial atención en la frecuencia de uso de un mismo acaricida.

- **Densidad de la población animal:** Un factor que aumenta las posibilidades de desarrollar garrapatas resistentes es un hato mayor a 50 animales porque a mayor población animal, mayor disponibilidad de hospedadores para que las garrapatas desarrollen exitosamente su ciclo biológico. Sin embargo, esto no implica no aumentar la población animal de las unidades de producción, sino que acorde a la población animal existente en el hato se deben mejorar las prácticas de control de *Rhipicephalus microplus*.

2.6. Métodos para contrarrestar garrapatas

Dado que la infestación por garrapatas es común y que es esencial que el ganado esté libre de estos ectoparásitos, el tratamiento de las garrapatas es un requisito en la gestión normal del ganado. Para lograrlo, se han utilizado tres estrategias de control distintas: biológica, química e inmunológica (Hernández, 2005).

2.6.1. Método químico

Para restringir el desarrollo de *Rhipicephalus microplus*, los ganaderos suelen utilizar productos químicos. Sin embargo, una cantidad excesiva de estos productos puede ser perjudicial para la salud de los animales, lo que hace necesario investigar nuevas opciones (Broglia, 2019).

Los acaricidas químicos han sido hasta ahora el principal método de control de garrapatas, ya que presentan las ventajas de visualizar un efecto casi inmediato, ser extremadamente fáciles de aplicar y tener una duración prolongada. El hecho de que la mayoría de los acaricidas no deban utilizarse en vacas lecheras y de que deba transcurrir mucho tiempo antes de consumir carne de ganado tratado con estas sustancias es un componente importante de esta estrategia de control. En consecuencia, su uso en el ganado que está a punto de ser sacrificado es imposible. Los principales inconvenientes de esta estrategia de control son sus efectos perjudiciales para el medio ambiente, los residuos que quedan en los productos ganaderos, su elevado coste y el éxito parcial que ha tenido en la reducción de las plagas (Piper, 2009).

2.6.2. Método natural

Broglia, (2009); afirman que una de las opciones que emplean actualmente las personas relacionadas con la industria ganadera es el uso de extractos de hierbas, que no son venenosos para el ganado y requieren poco gasto inicial.

Según Tumbaco, (2021); Se comprobó que el extracto de hierbas naturales, como el Neem (*Azadirachta indica*) o la Altamisa (*Ambrosia peruviana*), tiene más éxito en la prevención y el tratamiento de garrapatas (*Rhipicephalus microplus*) en el ganado vacuno. Evaluaron la eficacia de los biocidas vegetales naturales a las 72 horas del ensayo experimental para determinar la importancia del biocida en la eliminación de ectoparásitos en el ganado vacuno y evitar que sean agentes transmisores de enfermedades que puedan causar su muerte. Analizaron las concentraciones de extracto (5%, 10%, 15%, 20%, 25%) ideales para la elaboración de biocidas y su posterior aplicación en función del porcentaje de mortalidad de garrapatas.

2.7. Estudios de ixodicidas químicos en control de *Rhipicephalus microplus* (garrapatas bovinas).

Según Tenorio (2006), que realizó una investigación sobre la eficacia de los ixodicidas utilizados para controlar las garrapatas de los bovinos, el tratamiento I (piretroides) fue eficaz a partir de las 8 horas después de la aplicación y alcanzó su máxima eficacia a las 72 horas. A las 4 horas de la aplicación, se encontraron muertas el 66,4% de las garrapatas, a las 8 horas, el 75%, a las 12 horas, el 80%, y a las 72 horas, el 86,4% de las garrapatas estaban muertas. Cuando se identificó un 14,4% de garrapatas muertas en el tratamiento II (amidinas) a las 4 horas, el mismo porcentaje persistió a las 8 horas, un 16% a las 112 horas y un 17% a las 72 horas, podemos deducir que este tratamiento fue eficaz.

El objetivo de la presente investigación fue confirmar la eficacia de tres ixodicidas (Coumaphos, Amitraz y Cipermetrina) de uso externo en bovinos para controlar infestaciones por garrapatas del género *Rhipicephalus microplus* utilizando la dosis recomendada por el laboratorio productor. En comparación con la cipermetrina (12,9%), los resultados de Coumaphos mostraron un mayor nivel de inhibición (86%). Amitraz (48,8%) y cipermetrina (14,71%) tuvieron menos éxito en el tratamiento de las hembras control que Coumaphos (90,72%). Con un porcentaje de control superior al de los demás medicamentos, se demostró que el Coumaphos era el tratamiento de mayor éxito para *Rhipicephalus microplus* (Espinoza, 2012).

2.8. Estudios sobre control de *Rhipicephalus microplus* a base de plantas medicinales

Los extractos de etanol del Neem (*Azadirachta indica*) son agentes antibacterianos más potentes que los extractos de otras plantas. Dado que muchas sustancias químicas polares, como flavonoides, taninos y alcaloides, con actividad antibacteriana, se extraen fácilmente con ayuda del etanol, estos extractos tienen un efecto eficaz. Esta acción es producto de las características e interacciones químicas presentes. Según experimentos in vitro, las garrapatas adultas expuestas al extracto acuoso de Neem murieron en tasas del 4,29% y el 82,86% el primer y el decimoquinto día, respectivamente, y eclosionaron en una tasa del 40% al cabo de 15 días. La mortalidad de

garrapatas adultas se estimó en torno al 90% en investigaciones in vitro utilizando extractos acuosos de semillas de Neem a una dosis del 6% pulverizados sobre terneros lactantes (Álvarez, 2008).

Se evaluó in vitro, en diluciones del 0,5%, 0,25%, 0,125% y 0,0625%, la eficacia de la retenona, una sustancia de origen vegetal, contra *B. microplus* (garrapata), que causa un 75% de mortalidad en Teleogina en la dilución más alta del 0,5%, un 100% en la inhibición de la eclosión de los huevos y un 100% de eficacia en la mortalidad de las larvas. Conclusiones: *Lonchocarpus nicou* (barbasco) en su mayor dilución del 0,5% produjo los mejores resultados, con un 75% de muerte de teleoginas, un 100% de mortalidad de larvas y un 100% de eficacia en la inhibición de la eclosión de huevos de teleoginas. El extracto de hoja de *Brugmansia sanguinea* (guando) se utilizó para evaluar sus efectos in vitro en varias diluciones de 0,8%, 0,4%, 0,2% y 0,1%, que produjeron una mortalidad larvaria sustancial (97,33 a (Castillo, 2011).

Para evaluar la eficacia ixodicida de los extractos de *Sapindus saponaria* sobre huevos y larvas de *Boophilus microplus* en la provincia de Leoncio Prado Tingo Mara Huánuco, Perú, se utilizó la prueba del paquete larval para determinar la mortalidad larval. Para ello, se emplearon extractos crudos del pericarpio de *Sapindus saponaria* en diluciones de 6%, 8%, 10%, 15% y 25%. Las tasas de mortalidad de larvas oscilaron entre el 63% y el 100%; la dilución al 6% causó una mortalidad del 73,3%, la dilución al 8% causó una mortalidad del 82,5%, la dilución al 10% produjo una mortalidad del 88,33%, y las diluciones al 15% y al 25% produjeron una mortalidad del 100% (Dimas, 2011).

Las cuatro diluciones utilizadas en el estudio (0,6%, 0,3%, 0,15% y 0,075%) no tuvieron ningún efecto sobre los teleoginas (*B. microplus*) ni sobre la supresión de la oviposición de los mismos, pero sí produjeron una mortalidad del 100% en las larvas. En conclusión, el extracto de verbena tiene una tasa de éxito del 100% en la reducción de la mortalidad de las larvas, lo cual es estupendo. En su mayor dilución de 0,6% con 26,67%, también se produce una inhibición considerable de la eclosión de huevos de teleogina. En un ensayo en el que se utilizó extracto de *Nicotiana tabacum* (tabaco), sólo murió el 20% de los teleoginas (*B. microplus*), pero su eficacia para prevenir la mortalidad larvaria fue del 100%. Con una eficacia del 20% en la dilución más alta del 0,8% y del 100% en el resto de diluciones, el tabaco tiene efectos considerables sobre la mortalidad de los teleoginas. (Castillo, 2011).

2.9. Métodos de extracción del *Piper aduncum* (matico)

Mediante la maceración de la planta con etanol de 96°, el método de extracción etanólico permite adquirir los metabolitos secundarios de la planta. Durante el proceso de preparación y recogida de muestras, se obtuvieron 2 kg o más de hojas de cada especie que cumplían los criterios de inclusión y exclusión. Las muestras se obtuvieron, se limpiaron con lejía al 1% y luego con abundante agua del grifo durante diez minutos, se extendieron sobre una mesa con papel kraft, se expusieron a la corriente de aire directa durante tres días y luego se calentaron a 45°C durante siete horas. Obtención del extracto etanólico Las hojas secas de cada especie vegetal se separaron de sus venas y luego se trituraron en un molino eléctrico de cuchillas hasta que quedaron finamente molidas (Guerrero, 2021).

Se eligieron cuidadosamente las hojas de *Piper aduncum* matico, se lavaron con agua destilada y se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 0,5% para preparar el extracto etanólico. A continuación, se limpiaron en agua destilada estéril para eliminar cualquier residuo de hipoclorito. Las hojas se extendieron sobre papel Kraft y se secaron durante 48 horas en un horno de convección forzada (40C°). Una vez secas, las hojas se trituraron con un molinillo. Se pesaron 500 g de polvo de hoja de cada especie por separado y se introdujeron en su correspondiente recipiente de vidrio ámbar de boca ancha después de tamizarlos con un tamiz n.º 0.75. A continuación, se añadieron 2 litros de etanol-agua (7:3). Se combinó a fondo, teniendo en cuenta que la mezcla debía llenar (Florián, 2019).

Obtención del extracto etanólico de *Piper aduncum* L. "Matico" Las hojas de *Piper aduncum* L. "Matico" se limpiaron con abundante agua potable antes de ser desinfectadas durante seis minutos con hipoclorito de sodio al 2%. A continuación, se eliminó el desinfectante con tres enjuagues de agua destilada esterilizada, de un minuto de duración cada uno. Para la deshidratación, las hojas se secaron a la sombra durante una media de cinco días. El material seco se molió, y la muestra molida se introdujo en un recipiente de vidrio al que se añadió el doble de alcohol al 96% en una proporción de 1:2. A continuación, se dejó macerar con agua destilada esterilizada. A continuación, se dejó macerar durante 7 días al abrigo de la luz solar. A continuación, se purificó y se introdujo en crisoles para permitir (Cervera, 2022).

Realizó pruebas fitoquímicas preliminares sobre la extracción de boldina de las hojas de *Peumus boldus* utilizando varios extractos. En uno de sus ensayos, obtuvo el extracto etanólico utilizando una metodología donde se llevó a un evaporador de capa fina, proporcionado por las instalaciones de la planta piloto de la Universidad del Quindío, donde se realizó el proceso de extracción del extracto. El peso total del extracto obtenido fue de 1,82 kg de 10 kg de materia vegetal, lo que permitió elaborar la boldina (Hincapié, 2005).

2.10. Importancia económica

Las garrapatas son patógenas que sobreviven exactamente por el consumo de sangre, por lo general lo hacen en todas sus fases fenológicas, en particular lo realiza de manera temporal, ya que puede pasar impregnada en la piel del ganado por varios días sin moverse del mismo sitio para alimentarse, para luego ser vectores de bacterias, virus, protozoos y nematodos llegando a perjudicar hasta el 80% de la producción bovina a nivel de mundo (Guerrero, 2021).

La *Rhipicephalus microplus* origina el principal golpe económico, debido a los daños que ocasiona en la piel a raíz de las picaduras, la pérdida de sangre, la baja producción de leche para alimentación de terneros, esto provoca un aumento en el costo del control sanitario para los agricultores por los tratamientos de enfermedades que estos ectoparásitos producen en el animal (Espinoza, 2012).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Lugar y fecha de ejecución del experimento

El presente estudio se realizó en el Laboratorio de Sanidad de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicado en el distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco. Sus coordenadas son: 09° 08' 17" latitud sur, 75° 59' 52" longitud oeste, 660 msnm de altitud y 84.09% de humedad relativa (Senamhi, 2020).

3.2. Tipo de investigación

El presente trabajo entra dentro de la categoría de investigación experimental.

3.3. Material biológico

Para iniciar el ensayo in vitro, se utilizamos 100 ninfas de la especie *Rhipicephalus microplus* -garrapatas adultas-, que ovipositaron para producir larvas y luego mudar a ninfas.

3.4. Metodología

3.4.1. Etapa I parte 1: Obtención de muestra del matico

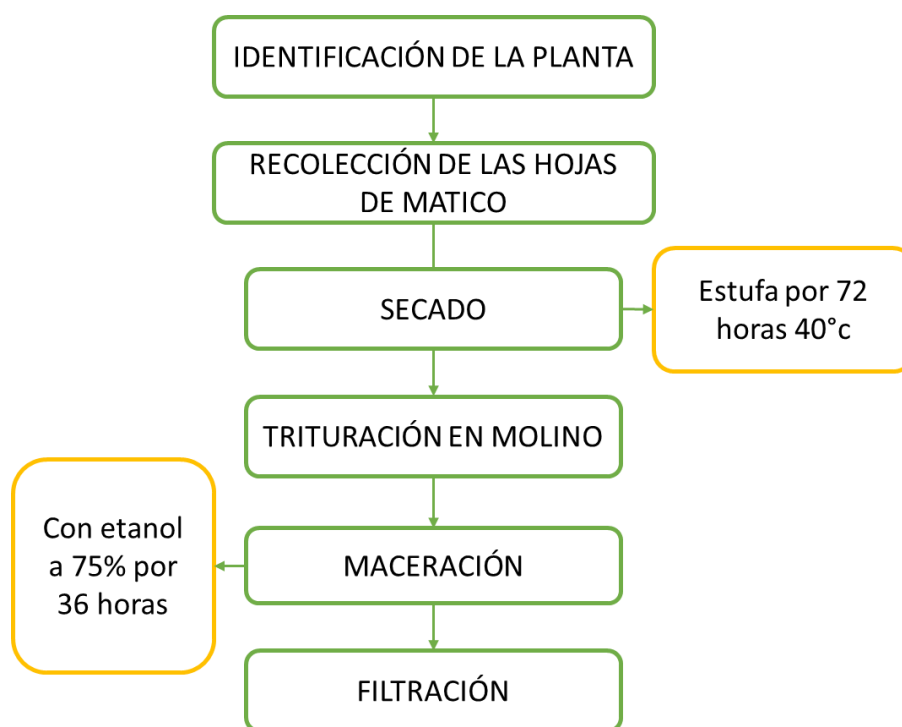
Para obtener harina de hojas de matico, primero se identificó la planta *Piper aduncum* (también conocida como matico). A continuación, se tomaron las hojas de la mitad de la planta y de la mitad de las ramas; el mejor momento para una buena selección es a primera hora de la mañana, entre las 9:00 y las 11:00.

El momento ideal es en un día soleado para observar mejor las características organolépticas: forma, olor, color y aspecto externo que no presenten signos de enfermedad u otras anomalías, para luego colocarlas en un recipiente o bolsa hermética y llevarlas al laboratorio de Sanidad de la Facultad de Zootecnia con la ayuda de un funcionario.

3.4.2. Etapa I parte 2: Preparación del extracto de *Piper aduncum* (matico).

Para hacer el extracto se utilizó un vaso de precipitación; se pesaron en él 200 g de la muestra de harina molida de *Piper aduncum* (matico), junto con 800 ml de etanol al 75%. A continuación, se cubrió el matraz con papel de aluminio para que la luz no llegara a la solución, y se agitó durante un día en un agitador orbital. Al cabo de un día, la muestra se filtró utilizando un embudo y algodón absorbente para impedir el paso de partículas sólidas permitiendo que sólo pase la parte líquida del extracto etanólico. Para evaluar la potencia ixodicida del extracto de *Piper aduncum* L. (matico) sobre *Rhipicephalus microplus*, se diseminaron tratamientos de concentración 1. 2. 4. 8%.

Fig. 1. Proceso de elaboración de extracto etanólico de las hojas de *Piper aduncum*.



3.4.3. Etapa I parte 3: Preparación de los tratamientos de extracto etanólico de *Piper aduncum*.

Las dosis finales de 1, 2, 4 y 8% de concentración del extracto se prepararon pesando 10, 20, 40 y 80 microgramos de harina de *Piper aduncum* (matico) en una balanza analítica y diluyéndolo con 3 ml de suero fisiológica en un vaso de precipitación en un volumen que cubriera el papel de filtro y tuviera contacto con las patas de las ninfas. Utilizando un total de 20 larvas por dosis, cada dosis del ixodicida se dividió en 4 tratamientos con 4 repeticiones, 5 unidades experimentales (estadio de ninfa) cada réplica, y el mismo número de larvas en el grupo de control. Se emplearon 100 larvas en total. En el grupo de control solo se utilizó el suero fisiológico.

3.4.4. Etapa II: Producción de ninfas de *Rhipicephalus microplus* (garrapata), en laboratorio.

Utilizando pinzas para retirar las garrapatas del hospedero, se recolectaron garrapatas en estado adulto (Teleogina) de bovinos infectados en la ganadería San Jorge, en la zona de Castillo, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco. Las garrapatas adultas se desinfectaron con agua destilada, remojaron durante un minuto y luego se secaron con un trozo de papel toalla.

Preparar un entorno adecuado: se colocaron en 10 placas de Petri, un adulto por placa, para la oviposición. Las placas de Petri se recubrieron con algodón absorbente húmedo. Se previó la eclosión de los huevos, que produjeron larvas que posteriormente mudaron a ninfas preparadas para el ensayo. De acuerdo con las condiciones ideales para la especie *Rhipicephalus microplus* (garrapatas), se controlaron la temperatura y la humedad.

Puesta de huevos: Al cabo de cinco días, ovipositaron. Utilizando un microscopio, fue necesario comprobar la vitalidad de los huevos todos los días, controlar la temperatura y la humedad y contar los días hasta que eclosionaron, lo que llevó 24 días. Después, produjeron larvas con tres pares de patas y, a los 28 días, mudaron a ninfas con cuatro pares de patas.

3.4.5. Etapa III: Prueba de contacto de las ninfas de *Rhipicephalus microplus* (garrapata).

1. Calcular el número total de larvas que mudan al estadio de ninfa cuadrúpeda y presentan un comportamiento viable.
2. Para mantener el contacto entre la solución y las patas de las ninfas sin cubrir los espiráculos, empape el papel de filtro Wattman n.º 40 en el extracto diluido de *Piper aduncum L.* (matico) durante 3 minutos antes de utilizarlo como base en la placa de Petri.
3. Para evaluar el período de acción del producto a los 5, 10 y 15 minutos tras la prueba de contacto con solución de extracto etanólico de *Piper aduncum L.* (matico).

3.4.6. Variable Independiente

Extracto etanólico de *Piper aduncum L.* (matico).

3.4.7. Variable dependiente

- % Mortalidad *Rhipicephalus microplus* (garrapatas) en estadio de ninfa.
- Periodo de supervivencia.
- Costo de producción

3.4.8. Tratamientos de estudio

T0: solo suero fisiológico.

T1: dilución al 1% de extracto etanólico de *Piper aduncum L.*

T2: dilución al 2% de extracto etanólico de *Piper aduncum L.*

T3: dilución al 4% de extracto etanólico de *Piper aduncum L.*

T4: dilución al 8% de extracto etanólico de *Piper aduncum L.*

3.4.9. Análisis estadístico

Dado que se trata de un estadístico no paramétrico basado en el rango que puede utilizarse para confirmar si existen diferencias estadísticamente

relevantes entre dos o más grupos de una variable independiente en una variable dependiente ordinal o continua, se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis para determinar la mortalidad de *Rhipicephalus microplus* (garrapata) en los estadios de ninfa por efecto del extracto etanólico de *Piper aduncum* (matico).

El estadístico esta dado por:

$$K = (N - 1) \frac{\sum_{i=1}^g n_i (\bar{r}_i - \bar{r})^2}{\sum_{i=1}^g \sum_{j=1}^{n_i} (r_{ij} - \bar{r})^2}$$

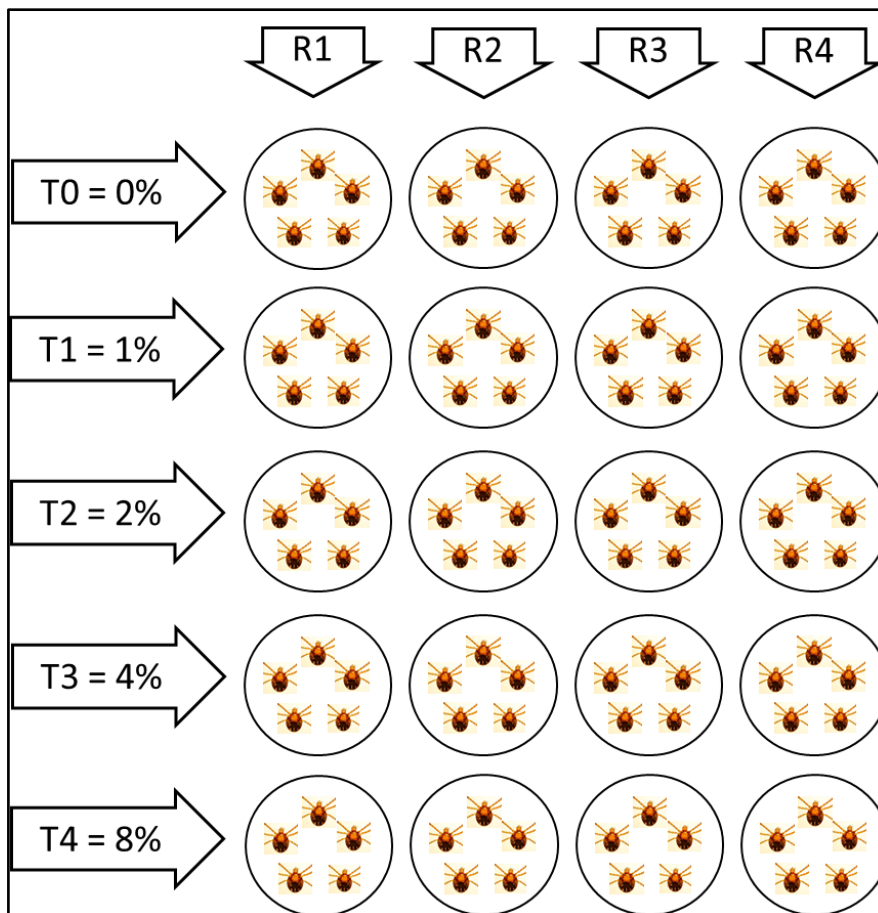
Donde:

n_i = es el número de observaciones en el grupo.

r_{ij} = es el rango (entre todas las observaciones) de la observación j en el grupo i.

N = es el número total de observaciones entre todos los grupos.

3.4.10. Croquis de distribución de tratamientos



3.4.11. Datos registrados

- % Mortalidad de *Rhipicephalus microplus* (garrapatas)

Se trata de la mortalidad de las ninfas expuestas a diversos tratamientos, en la que se tiene en cuenta la proporción de ninfas muertas respecto al total de ninfas por cien. La fórmula utilizada fue la siguiente:

$$\% \text{ Mortalidad} = \frac{\text{ninfas muertas}}{\text{ninfas totales}} \times 100$$

- Periodo de supervivencia

Para poder calcular la eficacia del extracto etanólico de *Piper aduncum* en la supervivencia de las ninfas de *Rhipicephalus microplus*, tanto de los grupos control como de los grupos experimentales evaluando en diferentes tiempos de reacción a los 5, 10 y 15 minutos.

$$PS = \frac{\text{Numero final de ninfas}}{\text{Numero inicial de ninfas}} \times 100$$

- Costo de producción

Para determinar los costos de producción del extracto etanólico de *Piper aduncum* (matico) se tomaron todos los gastos ocurridos durante la investigación para así observar la ventaja económica que se presento por tratamiento, para obtener los costos utilizamos la siguiente formula:

$$CT = CF + CV$$

Donde:

CT : Costo total
 CF : Costo fijo
 CV : Costo variable

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Mortalidad de ninfas de *Rhipicephalus microplus* in vitro

El porcentaje de mortalidad in vitro de *Rhipicephalus microplus* su efectividad fue creciente en diferentes porcentajes de dilución de extracto etanólico de *Piper aduncum* durante los bioensayos, que se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Mortalidad de ninfas de *Rhipicephalus microplus* en función de los tratamientos del extracto etanólico de *Piper aduncum* in vitro.

Tiempo	Proporción de extracto de matico					Kuskal Wallis	
	0%	1%	2%	4%	8%	H	p - valor
5 min	0 c	15 bc	35 ab	35 ab	60 a	10.55	0.019
10 min	0 c	35 bc	50 ab	55 ab	75 a	13.95	0.005
15 min	0 c	55 bc	75 ab	80 ab	100 a	14.9	0.004

*ab y bc letras minúsculas diferentes en fila muestran significancia Kuskal Wallis (5%).

Los valores máximos de mortalidad in vitro de ninfas de *Rhipicephalus microplus* de 35, 50 y 75% se reportan para el tratamiento con concentraciones de 2% a los 5, 10 y 15 minutos de contacto en la Tabla 2. La concentración del extracto etanólico de *Piper aduncum* y la mortalidad de las ninfas de *Rhipicephalus microplus* están relacionadas, según el análisis estadístico de la varianza con la prueba de Kuskal Wallis, que encuentra una diferencia estadística entre los tratamientos con una dependencia significativa ($p < 0,05$).

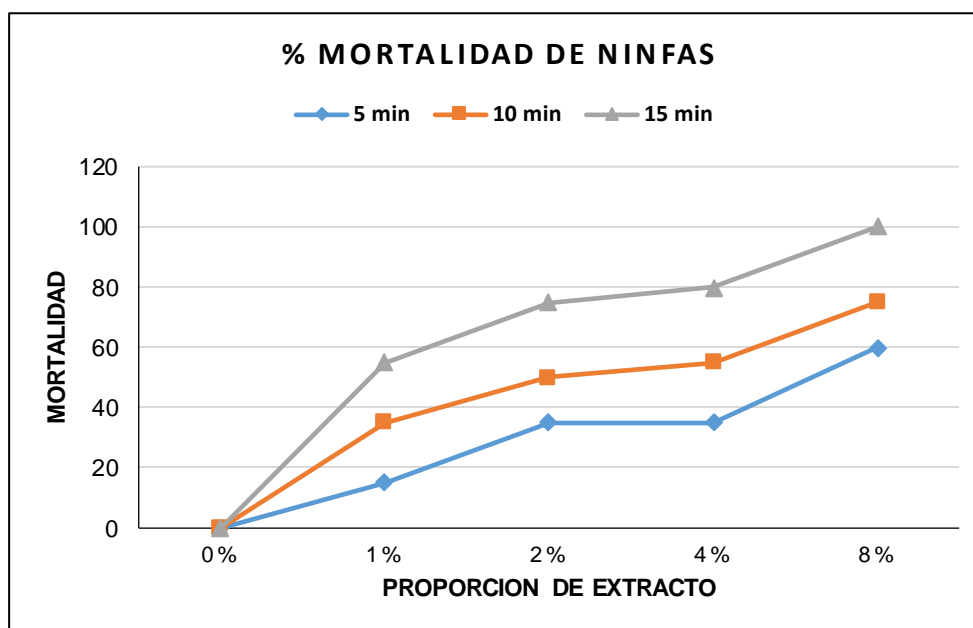


Figura 2. Porcentaje de mortalidad de ninfas de *Rhipicephalus microplus* a los 5, 10, 15 minutos por acción del extracto etanólico *Piper aduncum* in vitro.

De acuerdo con los contrastes lineales, la Fig. 2 muestra las tasas de mortalidad de las ninfas de *Rhipicephalus microplus* in vitro donde se observa una mortalidad del 35% a los 10 minutos de la prueba de contacto con concentraciones del 1%. Los resultados de la evaluación se compararon con otras investigaciones sobre la mortalidad de *Rhipicephalus microplus* utilizando otras plantas medicinales. Según Sharma (2019), la mortalidad se debe a la acción de los taninos, que tienen la propiedad antiparasitaria capaz de combinarse con las proteínas de la piel animal, impidiendo su putrefacción y convirtiéndose en cuero, Según Dimas (2011), quien realizó estudios utilizando extracto crudo de pericarpio de *Sapindus saponaria* en diluciones de 6, 8, 10, 15 y 25% la dilución del 6% resultó en una mortalidad del 73,3%. A porcentajes mínimos de estos extractos a base de plantas vegetales son eficaces porque tienen una acción de sus propiedades e interacciones químicas presentes, según el estudio fitoquímico los compuestos polares como flavonoides, taninos, alcaloides tienen una actividad antiparasitaria y son fácilmente extraídos con ayuda de etanol por lo que estos extractos presentan un eficaz efecto ante las larvas de garrapata.

Tabla 3. Mortalidad de ninfas de *Rhipicephalus microplus* en función del tiempo de contacto con el nivel de tratamiento con extracto etanólico de *Piper aduncum*.

Tratamiento	Tiempo			Kuskal Wallis	
	5 min	10 min	15 min	H	p - valor
1%	15 b	35 ab	55 a	5.54	0.0268
2%	35 b	50 ab	75 a	7.04	0.0104
4%	35 b	55 ab	80 a	5.65	0.0499
8%	60	75	100	4.63	0.0797

*ab letras minúsculas diferentes en filas, muestra significancia Kuskal Wallis (5%).

La tabla 3 demuestra que en las concentraciones variadas de 1%, 2%, 4% y 8%, se alcanzó 35, 50, 55 y 75 % de mortalidad de ninfas de *Rhipicephalus microplus* en función del tiempo a los 10 minutos. Si realizamos uso de ixodicidas químicos como cipermetrina esto actúa durante las 24 horas después de la fumigación tiene una duración antiparasitaria de 2 a 5 meses por otro la doramectina que es más usada en el campo ganadero causa una mortalidad de (21,5%) esto se debe a que la ivermectina y el compuesto químico tanino del extracto de matico provoca la parálisis de la musculatura de la garrapata en concreto actúa a nivel de los canales de cloro de la celas musculares y nerviosas de invertebrados. Espinoza (2012) continúa apoyando la eficacia de tres ixodicidas (Coumaphos, Amitraz y Cipermetrina) para uso externo en bovinos en la prevención de infestaciones por garrapatas del género *Rhipicephalus microplus*. En comparación con la cipermetrina (12,9%), los resultados de Coumaphos mostraron un mayor nivel de inhibición (86%).

Los extractos etanólicos de plantas vegetales contiene saponinas que tiene un mecanismo de acción que modifica el sistema en la membrana, perturbando el transporte de sodio a través de ella, su estimulo nervioso queda paralizado manifestándose una parálisis de las células musculares, quedando también la musculatura respiratoria paralizado manifestándose la muerte del ectoparásito por asfixia.

4.2. Periodo de supervivencia de las ninfas de *Rhipicephalus microplus* (garrapatas).

El porcentaje de supervivencia de las ninfas de *Rhipicephalus microplus* es calculado ninfas finales entre ninfas iniciales multiplicado por 100. La supervivencia descende a mayor tiempo en diferentes tratamientos.

Tabla 4. Porcentaje de supervivencia de ninfas de *Rhipicephalus microplus* en diferentes tratamientos y tiempos.

Tratamientos	Ninfas vivas Iniciales	Ninfas vivas Finales			% Supervivencia		
		5 min	10 min	15 min	5 min	10 min	15 min
T0	20	20	20	20	100	100	100
T1	20	17	13	9	85	65	45
T2	20	13	10	5	65	50	25
T3	20	13	9	4	65	45	20
T4	20	8	5	0	40	25	0

T1: 1%, T2: 2%, T3: 4%, T4: 8% de extracto etanólico de *Piper Aduncum*.

En la Tabla 4 el porcentaje de supervivencia en los diferentes tratamientos T0, T1, T2, T3 y T4 descende a 0, 65, 50, 45 y 25% en el tiempo de 10 minutos; esto se debe a que las condiciones adecuadas para su supervivencia fueron alteradas al incluir extracto etanólico de *Piper aduncum* al tener contacto con las patas y la zona bucal de las ninfas de *Rhipicephalus microplus*, por su acción parasitaria, el olor fuerte del matico sufre asfixia. Según Bayer (2004) de que se producen condiciones óptimas para la propagación continua de muchas generaciones de garrapatas a lo largo del año, lo que conduce a su presencia constante en lugares tropicales caracterizados por precipitaciones frecuentes, altos niveles de humedad y climas cálidos. En Argentina, registraron una supervivencia de hasta 204 días en circunstancias controladas de laboratorio (sombra, 20 a 22 °C, 80% HR). Los científicos afirman que este periodo prolongado se debió a unas condiciones ambientales favorables, ya que la existencia libre de las larvas sin comer, que puede durar 180 días, se acorta durante los periodos de calor extremo y sequía grave (Muñoz, 2001).

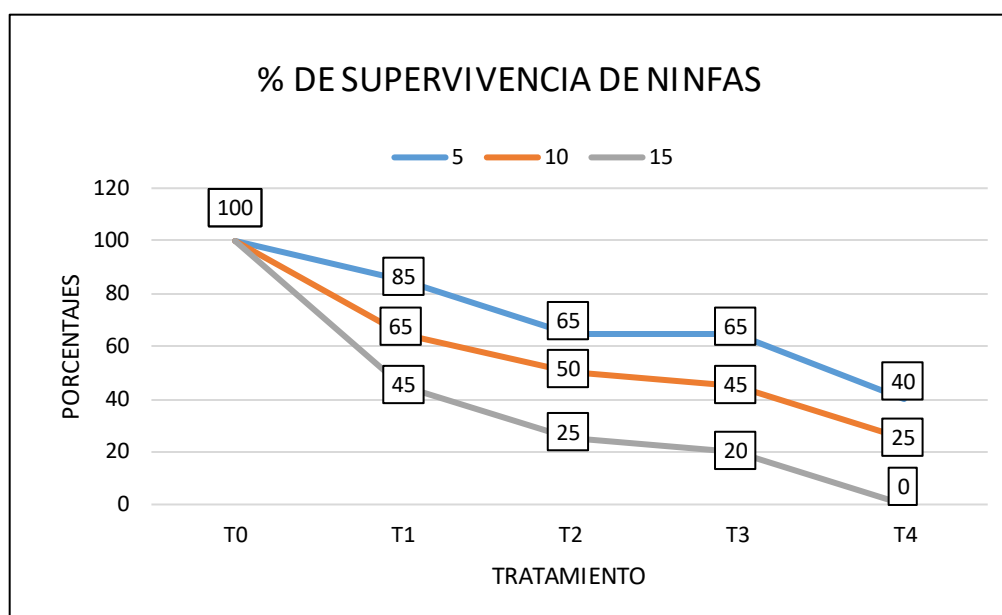


Figura 3. Porcentaje de supervivencia de ninfas de *Rhipicephalus microplus* a los 5, 10, 15 minutos.

La Fig. 3, se realizó contraste lineal donde nos muestra líneas decrecientes de la supervivencia de ninfas de *Rhipicephalus microplus* in vitro donde se brindó condiciones ambientales específicas para su supervivencia y desarrollo. Las más importantes son la temperatura, la humedad, la intensidad de luz y el número de horas de luz al día (fotoperiodo). La temperatura afecta especialmente a la regulación del ciclo vital y la humedad al porcentaje de supervivencia, ya que las garrapatas son muy sensibles a la desecación. Pero al encontrarse las ninfas en una placa petri cerrada y la cama de papel filtro humectada con las diferentes diluciones de extracto etanólico de *Piper aduncum* altera su sistema respiratorio del ectoparásito. Reporta Gonzales, (2007), aunque pueden soportar circunstancias difíciles, la ausencia de humedad ambiental puede acortar o incluso poner fin al ciclo vital de las Ixodidae. Sin embargo, los daños empiezan a producirse cuando la humedad desciende por debajo del 63%. Normalmente, las larvas se desplazan horizontalmente hasta 8 m de su emplazamiento original trepando por las plantas de los prados para facilitar el acceso a los hospedadores.

4.3. Costo de producción

En la tabla 5; nos muestra el costo fijo (CF), costo variable (CV), costo total (CT), costo total por tratamiento (CT x Trata), producción de extracto etanólico de matico (P x EEM x Trata) y precio por litro del extracto etanólico de matico a diferentes porcentajes de dilución.

Tabla 5. Costo de producción del extracto etanólico de *Piper aduncum* (matico) en diferentes diluciones.

Tratamiento	CF^1 (S/.)	CV^2 (S/.)	CT^3 (S/.)	CT x Tra^4 (L).	P x EEM x $Trat^5$	COSTO x $LITRO^6$
T0	10.83	0.00	6.04	1.51	2.0	0.76
T1	10.83	0.67	6.71	1.68	1.8	0.93
T2	10.83	1.33	7.38	1.84	1.6	1.15
T3	10.83	2.67	8.71	2.18	1.5	1.45
T4	10.83	5.33	11.38	2.84	1.0	2.84

T0: control T1: 1% T2: 2% T3: 4% T4: 8%

CF^1 = Costo fijo.

CV^2 = Costo variable.

CT^3 = Costo total.

CT x Tra^4 (L). = Costo total por tratamiento.

P x EEM x $Trat^5$ = Producción de extracto etanólico de matico.

COSTO x $LITRO^6$ = Costo por litro en soles.

En la tabla 5, podemos observar que los costos por litro de extracto etanólico de matico varían en los distintos porcentajes de dilución; el T1 el litro de E.E.M. cuesta 0.93 soles, el T2 cuesta 1.15 soles, el T3 cuesta 1.45 soles y el T4 cuesta 2.84 soles; los resultados obtenidos son mínima porque el *Piper aduncum* es una planta de altura de 3 metros con follaje abundante que está disponible porque crece como mala hierba en la selva del Perú donde presenta humedad y temperaturas cálidas donde también la incidencia de garrapato es alta. Los usos de ixodicidas químicos son más costosos aparte de hacer mucho uso de esta causa contaminación en el producto comercial como la carne y leche; el uso de este ixodicida natural sería una de las alternativas más accesibles por su bajo costo de producción. Según Espinoza (2012), la *Rhipicephalus microplus* origina el principal golpe económico, debido a los daños que ocasiona en la

piel a raíz de las picaduras, la pérdida de sangre, la baja producción de leche para alimentación de terneros, esto provoca un aumento en el costo del control sanitario para los agricultores por los tratamientos de enfermedades que estos ectoparásitos producen en el animal.

4.4. Obtención del extracto etanólico de *Piper aduncum* desde la materia fresca.

Tabla 6. Porcentaje obtenido de extracto etanólico de matico de acuerdo a la materia fresca.

Peso hoja Fresca (PF)	Peso de hoja Molida (PS)	Extracto Etanólico (PEEM)	% de Extracto Obtenido
1700.00	559.64	44.26	2.60

La tabla 6 muestra los resultados de un procedimiento de secado y molienda en estufa durante tres días a 40°C que produjo un extracto etanólico de 2,60% de *Piper aduncum* (matico) a partir de 1.700 kg de hojas frescas. Según Hincapié (2005) en las instalaciones de la planta piloto de la Universidad del Quindío se dispuso de un evaporador de capa fina, donde se realizó el proceso de extracción del extracto. El peso total del extracto obtenido fue de 1,82 kg de 10 kg de materia vegetal, haciendo un porcentaje de 18,2%. El extracto etanólico total de boldina se obtuvo a partir de las hojas de *Peumus boldus*. Por otro lado, Guerrero (2021) Describe el proceso de investigación para su estudio con el extracto matico en el que recogió las hojas, las limpió con lejía al 1% y mucha agua, las dejó secar durante tres días a la luz directa del sol y luego las colocó en un horno a 45 °C durante siete horas. Para la maceración, utilizó un litro de etanol de 96° por cada 500 gramos de material durante siete días.

La planta *Piper aduncum* tiene un ambiente muy diverso, según Saralegui (2004), pero se encuentra principalmente en regiones con climas templados y tropicales; se han descubierto ejemplares hasta 3500 metros sobre el nivel del mar. Es particularmente común en zonas húmedas a orillas de arroyos, en el barro, etc., en Perú, Ecuador, Bolivia, Paraguay, Brasil y norte de Argentina, y se adapta fácilmente a cualquier ambiente.

4.5. Producción de ninfas de *Rhipicephalus microplus* para la evaluación in vitro.

Tabla 7. Viabilidad de cada etapa del ciclo biológico del *Rhipicephalus microplus* in vitro.

ETAPAS	DIAS	PLACAS PETRI										%
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Ovipositaron	5	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	90
Fase larval	24	SI	NO	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	80
Fase Ninfa	28	SI	NO	SI	SI	NO	NO	SI	SI	NO	SI	60

En la tabla 7 muestra que de las 10 *Rhipicephalus microplus* (teleoginas) que se recolecto de vacunos infestados ovipositaron en 5 días, de las cuales el 90 % eclosionaron, pasaron a la fase larval el 80 % y finalmente se obtuvo el 60% de ninfas para el trabajo de investigación; por otro lado, Según Stafford (2007), más del 90% del ciclo vital de la garrapata tiene lugar en el hospedador. Las dos fases del ciclo vital de la garrapata -una parasitaria y la otra no comienzan cuando la garrapata hembra repleta se separa de su hospedador y duran hasta que una nueva generación de garrapatas ovipositar entre 2000 y 3000 huevos. Entre la incubación del huevo y la eclosión transcurren aproximadamente de 30 a 33 días; sin embargo, dependiendo del entorno, este tiempo puede prolongarse.

Según Gonzales (2007), el periodo de pre-oviposición comienza con el cambio de las condiciones ambientales, el periodo de oviposición es el tiempo que transcurre entre la primera y la última puesta de huevos (11-70 días), el periodo de incubación es el lapso de tiempo que transcurre entre el inicio de la oviposición y la emergencia de las larvas (21-146 días), y el periodo de supervivencia larvaria es el lapso de tiempo que transcurre entre la emergencia de las larvas y su eventual desaparición. Las condiciones climáticas, en particular la temperatura y la humedad, que influyen directamente en la duración de cada periodo de desarrollo, influyen en el desarrollo de esta fase. No obstante, en nuestra Tabla 7.

4.6. Temperatura y humedad registrada durante la evaluación in vitro.

Tabla 8. Registro de temperatura y humedad mantenida durante el proceso in vitro de *Rhipicephalus microplus*.

REGISTRO DE TEMPERATURA Y HUMEDAD			
1 MES	TEMPERATURA		HUMEDAD
	MIN	MAX	
PROMEDIO	25.36	26.41	70.60

En la tabla 8, muestra como promedios de temperatura (25.4 a 26.4 °C) y en humedad relativa promedio 70.6 % durante la evaluación in vitro de *Rhipicephalus microplus*. Las garrapatas pueden vivir desde el nivel del mar hasta 2.600 metros de altitud al año, según Gonzales (2007). Pueden soportar condiciones duras, pero la ausencia de humedad y las temperaturas superiores a 20°C son perjudiciales. Se ha informado de que las larvas de *Rhipicephalus microplus* pueden soportar temperaturas de 20°C y una humedad relativa del 84% hasta 43 días antes de sufrir daños. En futuros estudio in vitro de mortalidad de *Rhipicephalus microplus* es importante brindarle una temperatura y humedad óptima para su desarrollo y cumplir su ciclo de vida.

V. CONCLUSIONES

- ✚ El extracto etanólico de *Piper aduncum* (matico) presenta actividad antiparasitaria frente a *Rhipicephalus microplus* (garrapata) y controlando la garrapatosis comparando con el control negativo.
- ✚ La concentración de extracto vegetal que fue más eficiente en el control y reducción de la población de *Rhipicephalus microplus* (garrapata) es la perteneciente al tratamiento 2 de *Piper aduncum* al 2% de concentración, con mayor número de ectoparásitos muertos durante los 10 minutos en la evaluación en el ensayo experimental.
- ✚ Los parámetros biológicos estudiados de la fase parasitaria en condiciones de laboratorio, cabe recalcar que hay un dato muy importante desde el punto de vista es la supervivencia de las ninfas, los *Rhipicephalus microplus* al estar en contacto en el tratamiento 2 del extracto etanólico de matico al 2% de concentración tubo un 50 % de supervivencia a los 10 minutos.
- ✚ El costo de producción en relación a la producción y a la cantidad de extracto etanólico de *Piper aduncum* está entre el 1 – 8 5 de concentración en la dilución, por ende, el costo vario de 0.76 – 2.84 soles por litro.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

- ✚ Las investigaciones futuras deberán evaluar los biocidas a base de *Piper aduncum* (matico) directamente sobre el terreno, teniendo en cuenta el tipo, la edad y el sexo del ganado al evaluar la mortalidad por garrapatas *Rhipicephalus microplus*.
- ✚ Se aconseja llevar a cabo investigaciones adicionales con nuevas especies vegetales para el desarrollo de biocidas naturales con el fin de mejorar el control sanitario en diversos tipos de ganado. Esto ayudará a combatir diversos ectoparásitos y a reducir el uso de productos químicos que dañan a los animales a largo plazo.
- ✚ Investigación de *Piper aduncum* (matico) in vitro utilizando las distintas porciones para resaltar el valor de la planta entera.
- ✚ Para determinar el tiempo entre baños y calibrar el efecto residual, realice estudios in vivo posteriores al tratamiento.

VII. BIBLIOGRAFIA

- Alberto T. E. (2018). Efecto cicatrizante de una crema a base del extracto hidroalcohólico de *Piper aduncum* (matico) en animales de experimentación [tesis de Pregrado Universidad Interamericana de Desarrollo].
- Alonso D. *Rhipicephalus microplus*: biología, control y resistencia. En el centro de enseñanza, investigación y extensión en ganadería tropical.
- Álvarez, et al., 2008. Control in vitro de garrapatas (*Boophilus microplus*; Acari: Ixodidae) mediante extractos vegetales. http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442008000100021.
- Arroyo (2011). Estudio Fitoquímico del Extracto Etanólico y de las fracciones de las hojas de *Piper aduncum* “matico. Disponible en *FITOQUIMICO DE MATICO.pdf.
- Arroyo J. (2012). Efecto antihipertensivo del extracto de *Piper aduncum* (matico) sobre la hipertensión inducida por L-NAME en ratones.
- Arroyo J. (2016). Efecto antihipertensivo del extracto de *Piper aduncum* “matico” sobre la hipertensión inducida por L-NAME en ratones. *An Fac Med*, 73 (4).
- Baser CKH, Buchbaver G. (2016). *Handbook of essential oils: science, Technology, and applications*. 2nd ed. Boca Ratón: CRC Press; p 121-50.
- Bayer, (2004). Manual Bayer de la garrapata Sanidad Animal. México (http://www.sanidadanimal.com/manuales.php?w=garrapatas_76k,documento,10denoviembre2010).
- Bazán M. (2002). Efecto de *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) en el control de *Boophilus microplus* Canestrini (Acari: Ixodidae) en ganado bovino estabulado. Tesis MSC. Biotecnología km 40 autopista Colina – Manzanillo, México. Universidad de Colina.

- Benavides O. (2005). Consideraciones para el control integral de parásitos externos del ganado Artículo (<http://www.corpoica.org.co/>,12demarzo).
- Broglio M. (2009) ‘Control de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae) con extractos vegetales’, *Revista Colombiana de Entomología*, 35(2). Available at: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v35n2/v35n2a06.pdf>.
- Canevari J. (2017). Population dynamics of the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* in a subtropical subhumid región of Argentina for use in the desing of control strategies.
- Castillo, (2011). Evaluación in vitro del efecto de *Lonchocarpus nicou* (barbasco) y *Verbena vitroelus* (verbena) de las sustancias de origen vegetal (retenona) sobre los *B. microplus* (garrapatas).
- Cervera G. (2022). Efecto inhibitorio in vitro de los extractos etanólicos de *Piper aduncum* “matico” sobre *Staphylococcus aureus*.
- Dimas, (2011). Evaluar la actividad ixodicidas de extractos de *Sapindus saponaria* sobre huevos y larvas *Boophilus microplus* en la provincia de Leoncio Prado – Tingo María – Huánuco – Perú.
- Druger L. (2005). Garrapatas del ganado bovino *Boophilus microplus*, *B. decoloratus* y *B. calcaratus*.
- Espinoza D. Jerey C. (2012). Eficacia in vitro de tres ixodicidas contra *Rhipicephalus microplus* extraídos de bovinos en el municipio de Somotillo Chinandega en los meses de Julio – Agosto del 2012. Tesis para optar al título de licenciatura en medicina veterinaria.
- Espinoza L. (2005). Evaluación de cepas de *Beauvenia bassiana* y de *Metarhizium anisopliae* en control biológico de *Boophilus microplus*. Tesis Ing. Agrónomo. Francisco Morazán, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano.29p.
- Fernández M. (2005). Infectivity of *metarhizium anisopliae* to susceptible and organophosphate – resistant *Boophilus microplus* strains. *Tec Perú Mex*, 43 (3): 433 – 440.
- Flores K. (2016). Actividad antibacteriana del aceite esencial de *Piper aduncum* “matico” sobre *Escherichia coli* [tesis pregrado, Universidad Peruana los Andes].

- Florián D. (2019). Efecto antifúngico del extracto etanólico de *Piper aduncum* (matico) sobre cepas de *Candida albicans* ATCC 10231, Trujillo – 2019.
- Francis J. (2017). Global Invasive Species Database Species profile: *Piper aduncum* [Internet] E.E.U.U.: Invasive Species Specialist Group (1556). C2000 – disponible en: <http://www.iucngis.org/gisd/species.php?sc=332>.
- Galán F. (2021). Efecto antibacteriano de los extractos etanólico de *Piper aduncum* “matico” y *Thymus vulgaris* “tomillo” sobre *Staphylococcus aureus* ATCC 25923.
- Gallegos J. (2006). Manual de parasitología, morfología y biología de los parásitos de interés sanitario. España: publicaciones I edición de la Universidad de Barcelona.
- Gómez, (2012). Presencia de taninos en cultivos de Forraje Verde Hidropónico producido a partir de sorgos.
- Gonzales R. (2007). Dinámica de la garrapata (*Boophilus microplus*) en el municipio de Siuna, región autónoma del atlántico norte (RAAN) UNA – Medicina Veterinaria – Nicaragua p. 2 – 20.
- Guerrero R. (2021). Actividad antibacteriana del extracto etanólico de *Piper aduncum* (matico) frente a *Fusobacterium nucleatum*, en los laboratorios forense Lambayeque y microlina Trujillo – 2021.
- Gutiérrez J. (2006). Identificación de órganos blancos en garrapatas de las especies *Boophilus microplus* para anticuerpos antigarrapatas de bovinos inducidas por el inmunógeno Tick – Vac MK® del laboratorio Limor de Colombia S.A. mediante métodos de inmunoperoxidasa (Pregrado). Bogotá b. c. Pontificia Universidad Javeriana.
- Hernández F. (2005). El manejo integrado en el control de garrapatas. Manual de ganadería doble propósito. Venezuela. 17:384 – 391.
- Hincapié H. (2005). Extracto de boldina de las hojas de *Peumus boldus* realizado en la Universidad de Quindío Facultad de Ciencias Básicas Programa de Química Armenia Q.
- Jacho Merino, M. G. (2015) Dinámica poblacional de la garrapata *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus* en ganado bovino lechero en el cantón San Miguel de los Bancos. Universidad Central del Ecuador. Available at: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/6770/1/T-UCE-0014-034.pdf>.

- Jeremías X. (2003). Ixodidos y argasidos en dermatología y medicina infecciosa. Garrapatas de importancias médica y sanitarias. Actualidad dermatología médico – quirúrgica, vol. 42, N°11 págs. 897 – 914.
- Krantz G. (2009). A manual of acarology. 3ed / ubbock (TX): Texas Tevh. University Press, p.807.
- Lazo G. Mejía F. (2009). Evaluación In Vitro de ixodicidas para uso de bovinos sobre garrapatas adultas del género *Rhipicephalus microplus*, en los municipios de Juigalpa, Comalapa y Acoyapa en el departamento de Chontales.
- López B. (2006). Estudio Epidemiológico de la prevalencia e identificación de garrapatas en el ganado bovino del Municipio de San Pedro de Lovayo – Chontales – Nanagua – Nicaragua.
- López B. (2006). Estudio Epidemiológico de la prevalencia e identificación de garrapatas en el ganado bovino del Municipio de San Pedro de Lóvago– Chontales.
- Mejía K. Y Rengifo E. (2000). Plantas medicinales de Uso Popular en la Amazonía Peruana (2ªed). Lima: Agencia Española de Cooperación Internacional.
- Mejía, (2011). Efecto biocida de la raíz pulverizado de barbasco *Lonchocarpus nicou* (Aublet)OC in vitro en el control de *Rhipicephalus microplus* (garrapatas)
- Moztacero J. (2002). Taxonomía de las Fanerógamas útiles del Perú. Vol. 1. Trujillo Normas Legales S.A.C.
- Muñoz M. (2001). *Rhipicephalus microplus*. La garrapata común del Ganado vacuno. Editorial hemisferio sur. Buenos Aries, Argentina.
- Nova S. (2011). Un caso de resistencia de *Rhipicephalus microplus* (Acari, Ixodidae) al fipronil detectado en pruebas de campos en el este de Santiago del Estero, Argentina. Revista FAVE (Sección Ciencias Veterinarios) 17: 1 – 5.
- Peña V. (2022). Efecto repelente in vivo de los aceites esenciales de *Myrica pubescens* (laurel) y *Piper aduncum* (matico) y *Ruta graveolens* (ruda) frente el estadio adulto de *Aedes aegypti*.
- Piper E. (2009). Immunological profiles of Bos indicus Cattle Infested with the Cattle tick, *Rhipicephalus* (Boophilus) *microplus*. Clínica and Vaccine Immunology, 16 (7); 1074 – 1086.
- Proaño J. “Comprobación del efecto cicatrizante de una crema a base de Romero (*Rosmarinus officinalis*), Matico (*Piper aduncum*) y Cola de Caballo (*Equisetum*

- arvense) en heridas inducidas en Ratones (*Mus musculus*) [tesis]. Ecuador: Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.2013. [en línea] Disponible en <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2611/1/56T00386.pdf>.
- Rodríguez Vivas, R., Rosado Aguilar, J., Ojeda Chi, M., Pérez Cogollo, L., Trinidad Martínez, I. and Bolio González, M. (2014) ‘Control integrado de garrapatas en la ganadería bovina’, *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 1(3), pp. 295–308.
- Ruiz A. (2015). Efecto antibacteriano del extracto etanólico del *Piper aduncum* (matico) frente a cepas de *Porphyromonas ginivinalis* (estudio in vitro) Lima – 2014.
- Saint L. (2018). Missori Botanical Garden. Trópicos. Org. Disponible en: <http://www.iucngis.org/gis/species.php?sc=332>.
- Sánchez, (2004). Centro Nacional de Servicios de Constelación en Salud Animal.
- Saralegui H. (2004). Flora de la República de Cuba. Serie A: Plantas Vasculares la Habana: Editorial Konigstein.
- SENASA, (2020). Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú. Aspecto del parasito ciclo parasitario del *Rhipicephalus microplus bovina* (garrapata).
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. (2020). Base de datos históricos [En línea]: SENAMHI, (<https://bit.ly/2SN5a66>, documento, 05 de febrero del 2020).
- Sharma K. (2019). Health efectos, sauces, utilización and safety of taninos: A critical review. *Toxin reviews*, 1 – 13 doi: <https://doi.org/10.1080/15569543.2019.1662813>.
- Spickler A. (2010). Enfermedades emergentes y exóticos de los animales. Iowa-, the Center for Food Security y Public Health, Iowa State University.
- Stafford III. K. (2007). Tick Management Handbook. The Connecticut Agricultural Experiment Station the Connecticut General Assembly, Disponible end: <http://www.cdc.gov/ncid/dvbid/lyme/resovrces/handbook.pdf>.
- Tenorio L. (2006). Evaluación de los ixodicidas utilizados en el control de garrapatas bovina en el municipio de san pedro de Lóvago – Chontales. Universidad Nacional Agraria de Facultad de Ciencia Animal departamento de Veterinaria.
- Trinidad-Martínez, I. (2014). Control integrado de garrapatas en la ganadería bovina. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 1(3), 295-308.
- Tumbaco G. (2021). Evaluación de diferentes concentraciones de biocidas natural a base de *Ambrosia peruviana*, *Azadirachta indica* para el control de garrapatas bovina.

file:///d:/tesis%202023/garrapatas/evaluacion%20de%20boisidad%20en%20control%20de%20garrapas.pdf.

UNAS (2011). Universidad Nacional Agraria de la Selva. Datos meteorológicos. Estación meteorológica "José Abelardo Quiñones" datos no publicados.

Velásquez, K. (2009). Características farmacobotánicas y de propagación de Ternstroemia tepezapote. Tesis para optar al título de Licenciatura, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

ANEXO

Anexo 1. Análisis de varianza con la prueba de Kuskal Wallis de mortalidad de *Rhipicephalus microplus* en estadio de ninfas.

Nueva tabla: 5/09/2023 - 00:34:47 - [Versión: 30/04/2020]

Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Trat	N.	Medias	D.E.	Mediana	Promedio rangos	H	p
5 min	0	4	0.00	0.00	0.00	4.00	10.55	0.0119
5 min	1	4	15.00	19.15	10.00	7.50		
5 min	2	4	35.00	10.00	40.00	12.25		
5 min	4	4	35.00	25.17	40.00	12.38		
5 min	8	4	60.00	28.28	50.00	16.38		

Contraste	a [1]	a [2]	a [3]	a [4]	a [5]	H	Var (c)	p
1	-2.00	-1.00	0.00	1.00	2.00	11.23	78.16	0.0008
2	2.00	-1.00	-2.00	-1.00	2.00	0.12	109.42	0.7289
3	-1.00	2.00	0.00	-2.00	1.00	0.09	78.16	0.7665
4	1.00	-4.00	6.00	-4.00	1.00	0.38	547.11	0.5388

Trat	Ranks
0	4.00 A
1	7.50 A B
2	12.25 B C
4	12.38 B C
8	16.38 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Variable	Trat	N.	Medias	D.E.	Mediana	Promedio rangos	H	p
10 min	0	4	0.00	0.00	0.00	2.50	13.95	0.0049
10 min	1	4	35.00	10.00	40.00	8.00		
10 min	2	4	50.00	11.55	50.00	12.00		
10 min	4	4	55.00	19.15	50.00	12.88		
10 min	8	4	75.00	19.15	70.00	17.13		

Contraste	a [1]	a [2]	a [3]	a [4]	a [5]	H	Var (c)	p
1	-2.00	-1.00	0.00	1.00	2.00	14.24	81.78	0.0002
2	2.00	-1.00	-2.00	-1.00	2.00	0.24	114.49	0.5991
3	-1.00	2.00	0.00	-2.00	1.00	0.29	81.78	0.5898
4	1.00	-4.00	6.00	-4.00	1.00	0.12	572.43	0.7342

Trat	Ranks
0	2.50 A
1	8.00 A B
2	12.00 B C
4	12.88 B C
8	17.13 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Variabl e	Trat	N.	Medias	D.E.	Mediana s	Promedi o rangos	H	p
15 min	0	4	0.00	0.00	0.00	2.50	14.39	0.004 4
15 min	1	4	55.00	19.15	50.00	8.00		
15 min	2	4	75.00	19.15	70.00	11.75		
15 min	4	4	80.00	16.33	80.00	12.75		
15 min	8	4	100.00	0.00	100.00	17.50		

Contraste	a [1]	a [2]	a [3]	a [4]	a [5]	H	Var (c)	p
1	-2.00	-1.00	0.00	1.00	2.00	14.52	83.16	0.0001
2	2.00	-1.00	-2.00	-1.00	2.00	0.16	116.42	0.6937
3	-1.00	2.00	0.00	-2.00	1.00	0.36	83.16	0.5464
4	1.00	-4.00	6.00	-4.00	1.00	0.10	582.11	0.7559

Trat	Ranks
0	2.50 A
1	8.00 A B
2	11.75 B C
4	12.75 B C
8	17.50 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 2. Análisis de varianza con la prueba de Kuskal Wallis de mortalidad de *Rhipicephalus microplus* en estadio adulto.

Nueva tabla: 5/09/2023 - 01:11:17 - [Versión: 30/04/2020]

Prueba de Kruskal Wallis

Variabl e	Trat	N.	Medias	D.E.	Mediana s	Promedi o rangos	H	p
8	1	3	0.00	0.00	0.00	4.00	7.32	0.0275
8	2	3	0.00	0.00	0.00	4.00		
8	4	3	5.56	5.09	6.67	7.17		
8	8	3	15.37	8.36	11.11	10.83		

Contraste	a [1]	a [2]	a [3]	a [4]	H	Var (c)	p
1	-3.00	-1.00	1.00	3.00	8.07	69.39	0.0045
2	1.00	-1.00	-1.00	1.00	0.97	13.88	0.3225
3	-1.00	3.00	-3.00	1.00	0.10	69.39	0.7489

Trat	Ranks
1	4.00 A
2	4.00 A
4	7.17 A B
8	10.83 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Variabl e	Trat	N.	Media s	D.E.	Mediana s	Promedio rangos	H	p
16	1	3	4.76	8.25	0.00	3.33	8.28	0.0334
16	2	3	6.67	11.55	0.00	4.00		
16	4	3	23.14	5.43	20.00	8.00		
16	8	3	41.48	21.84	30.00	10.67		

Contraste	a [1]	a [2]	a [3]	a [4]	H	Var (c)	p
1	-3.00	-1.00	1.00	3.00	8.20	82.42	0.004
2	1.00	-1.00	-1.00	1.00	0.24	16.48	0.622
3	-1.00	3.00	-3.00	1.00	0.26	82.42	0.607

Trat	Ranks
1	3.30 A
2	4.00 A
4	8.00 A B
8	10.67 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Variabl e	Trat	N.	Medias	D.E.	Mediana s	Promedi o rangos	H	p
32	1	3	29.56	15.53	33.33	3.17	8.68	0.0325
32	2	3	37.78	3.85	40.00	3.83		
32	4	3	65.49	9.51	60.00	8.67		
32	8	3	77.78	12.73	75.00	10.33		

Contraste	a [1]	a [2]	a [3]	a [4]	H	Var (c)	p
1	-3.00	-1.00	1.00	3.00	8.09	85.76	0.0045
2	1.00	-1.00	-1.00	1.00	0.06	17.15	0.8092
3	-1.00	3.00	3.00	1.00	0.63	85.76	0.4284

Trat	Ranks		
1	3.17	A	
2	3.83	A	
4	8.67	A	B
8	10.33		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 3. Tamizaje fitoquímico del extracto de las hojas de *Piper aduncum* (matico), obtenido mediante etanol.

Metabolitos	Ensayos	Plantas
Alcaloides	Dragendorff	++
	Mayer	++
	Wagner	++
Lactonas	Baljet	-
Triterpenos y esteroides	Liebermann	++
Catequinas	Catequinas	+
Resinas	Resinas	+
Azúcares reductores	Fehling	++
Saponinas	Espuma	+
Compuestos fenólicos y taninos	Cloruro férrico	+++
Quinonas	Bornträger	+
Flavonoides	Shinoda	+++
Cardenólicos	Kedde	-
Antocianidina	Antocianidinas	+
Aminoácidos	Ninhidrina	+

Anexo 4. Temperatura y humedad registrada durante la evaluación in vitro.

REGISTRO DE TEMPERATURA Y HUMEDAD			
DIAS	TEMERATURA		HUMEDAD
	MIN	MAX	
1	25.7	27.9	75.0
2	24.8	25.9	66.0
3	25.1	26.2	74.0
4	24.7	26.0	77.0
5	25.0	26.1	72.0
6	25.4	26.6	63.0
7	25.2	26.3	62.0
8	25.4	26.5	71.0
9	25.5	26.7	77.0
10	25.8	27.0	69.0
11	25.9	27.0	67.0
12	24.9	26.8	72.0
13	25.5	26.5	75.0
14	25.4	26.4	69.0
15	25.6	25.9	76.0
16	25.7	26.1	66.0
17	26.5	27.5	71.0
18	25.7	26.9	61.0
19	25.5	26.3	69.0
20	24.6	25.7	76.0
21	24.3	25.3	75.0
22	25.9	26.7	66.0
23	24.7	25.1	78.0
24	25.1	25.9	69.0
25	26.2	27.0	67.0
26	25.8	26.6	65.0
27	25.7	26.8	68.0
28	24.6	25.0	74.0
29	25.5	26.8	73.0
30	25.0	26.8	75.0
PROMEDIO	25.4	26.4	70.6

Anexo 5. Evaluación de mortalidad larval de *Rhipicephalus microplus*.

Tratamiento	Concentración	Larvas muertas (minutos)			Larvas evaluadas
		5	10	15	
T0R1	0%	0	0	0	5
T0R2		0	0	0	5
T0R3		0	0	0	5
T0R4		0	0	0	5
T1R1	1%	1	2	3	5
T1R2		2	2	2	5
T1R3		0	2	4	5
T1R4		0	1	2	5
T2R1	2%	1	3	4	5
T2R2		2	2	3	5
T2R3		2	3	5	5
T2R4		2	2	3	5
T3R1	4%	0	2	3	5
T3R2		2	2	4	5
T3R3		3	4	5	5
T3R4		2	3	4	5
T4R1	8%	2	3	5	5
T4R2		2	3	5	5
T4R3		5	5	5	5
T4R4		3	4	5	5
TOTAL		29	39	55	100

Anexo 6. Evaluación de porcentaje de mortalidad de *Rhipicephalus microplus* (etapa ninfa).

Concentración de Dilución	Cantidad de mortalidad larval			% de Mortalidad larval		
	TIEMPO			TIEMPO		
	5	10	15	5	10	15
1%	3	7	11	15	35	55
2%	7	10	15	35	50	75
4%	7	11	16	35	55	80
8%	12	15	20	60	75	100

Anexo 7. Evaluación de porcentaje de mortalidad de *Rhipicephalus microplus* (garrapata adulta).

Tratamiento (Vaca)	Repetición (Regiones)	Volumen (ml)	Unidad Experimental	Total, de Mortalidad (horas)		
				8	16	32
T1 (1%)	Muslo	18	8	0	0	1
	Cola	15	6	0	0	2
	Ubre	10	7	0	1	3
T2 (2%)	Muslo	15	6	0	0	2
	Cola	17	5	0	1	2
	Ubre	8	5	0	0	2
T3 (4%)	Muslo	25	17	0	5	13
	Cola	15	15	1	3	9
	Ubre	10	10	1	2	6
T4 (8%)	Muslo	25	18	2	5	12
	Cola	15	20	2	6	15
	Ubre	10	12	3	8	11
TOTAL			129	9	31	78

Anexo 8. Evaluación de porcentaje de mortalidad de *Rhipicephalus microplus* (garrapata adulta).

Tratamiento (vaca)	Mortalidad de garrapatas adultas			% de Mortalidad		
	8 horas	16horas	32horas	8 horas	16 horas	32 horas
T1	0	1	6	0	5	29
T2	0	1	6	0	6	38
T3	2	10	28	5	24	67
T4	7	19	38	14	38	76

Anexo 9. Detalles de los costos fijos.

Detalles	Unidad	Cantidad	Precio unitario (S/.)	Total
Costo fijo (general)				757.00
Balanza gramera	unidad	1	100.00	100.00
Balanza electrónica	unidad	1	120.00	120.00
Estufa	unidad	1	150.00	150.00
Molino	unidad	1	150.00	150.00
Placas petri	unidad	45	3.00	135.00
Guantes	unidad	4	1.50	6.00
Envases herméticos	unidad	2	15.00	30.00
Tijeras podadoras	unidad	1	25.00	25.00
Termómetro	unidad	1	15.00	15.00
Papel filtro	unidad	30	0.50	15.00
Algodón	unidad	1	1.50	1.50
Cinta masquil	unidad	1	1.50	1.50
Papel aluminio	unidad	1	8.00	8.00
Depreciación (10 años)				6.31
Costo fijo total de tratamiento				22.60
Harina de matico	kg	1.6	1.00	1.60
Alcohol etanólico	unidad	2	9.00	18.00
Agua destilada	litros	3	1.00	3.00
Costo fijo por tratamiento				4.52
				10.83

Anexo 10. Detalles de los costos variables

Detalles	Unidad	Cantidad	Precio unitario (S/.)	Total	Capacidad de litro	Duración de 30 días
Costo variable				1800	1.8	0.060
Alquiler de laboratorio	Días	30	30.00	900	0.9	0.030
Mano de obra	Días	30	30.00	900	0.9	0.030
Por tratamiento						0.012

Anexo 11. Detalles de los costos variables

COSTO	T0	T1	T2	T3	T4
Fijo general	6.04	6.04	6.04	6.04	6.04
Fijo x tratamiento	4.52	4.52	4.52	4.52	4.52
Variable por día	0.00	0.67	1.33	2.67	5.33
Costo total	6.04	6.71	7.38	8.71	11.38
Costo por tratamiento	1.51	1.68	1.84	2.18	2.84
Producción por tratamiento	2.00	1.80	1.60	1.50	1.00
Costo por litro (L)	0.76	0.93	1.15	1.45	2.84