

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**DETERMINACIÓN DEL GRADO DE RESISTENCIA DE
GARRAPATAS *Rhipicephalus microplus*, RECOLECTADAS EN
BOVINOS DE CUATRO FINCAS DE LA GOMERA, ESCUINTLA
CONTRA TRES IXODICIDAS.**

LUIS SANTIAGO ENRIQUE CHÁVEZ FORTÍN

Médico Veterinario

GUATEMALA, MARZO DE 2020.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**DETERMINACIÓN DEL GRADO DE RESISTENCIA DE
GARRAPATAS *Rhipicephalus microplus*, RECOLECTADAS EN
BOVINOS DE CUATRO FINCAS DE LA GOMERA, ESCUINTLA
CONTRA TRES IXODICIDAS.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD POR**

LUIS SANTIAGO ENRIQUE CHÁVEZ FORTÍN

Al conferírsele el título profesional de

Médico veterinario

En el grado de Licenciado

GUATEMALA, MARZO DE 2020.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	M.A. Gustavo Enrique Taracena Gil
SECRETARIO:	Dr. Hugo René Pérez Noriega
VOCAL I:	M. Sc. Juan José Prem González
VOCAL II:	Lic. Zoot. Miguel Ángel Rodenas Argueta
VOCAL III:	Lic. Zoot. Alex Rafael Salazar Melgar
VOCAL IV:	Br. Luis Gerardo López Morales
VOCAL V:	Br. María José Solares Herrera

ASESORES

M.A. LUDWIG ESTUARDO FIGUEROA HERNÁNDEZ

M.A. JAIME ROLANDO MÉNDEZ SOSA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con lo establecido por los reglamentos y normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de graduación titulado:

DETERMINACIÓN DEL GRADO DE RESISTENCIA DE GARRAPATAS *Rhipicephalus microplus*, RECOLECTADAS EN BOVINOS DE CUATRO FINCAS DE LA GOMERA, ESCUINTLA CONTRA TRES IXODICIDAS.

Que fuera aprobado por la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Como requisito previo a optar al título de:

MÉDICO VETERINARIO

ACTO QUE DEDICO A:

- A Dios:** Por darme salud, vida y sabiduría para llegar a estas instancias, así como permitirme lograr mis objetivos.
- A mis Padres:** Por criarme y enseñarme las primeras cosas de la vida, que me permitieron ser la persona que hoy soy, por guiarme y ayudarme durante el proceso que hoy culmino.
- A mis hermanos:** Luis Fernando por ser ejemplo, lo que uno se propone lo puede lograr, Alejandro para demostrarle que los éxitos vienen de la mano del esfuerzo. Gracias por siempre estar.
- A mi novia:** Apareciste para darme el ultimo impulso en mi carrera y ser una motivación más a mis aspiraciones.
- A mis Familiares:** Por estar siempre pendiente del proceso que hoy se culmina y apoyar cuando fuera necesario.
- A mis Catedráticos:** Por enseñarme la base para iniciar en el mundo de la medicina Veterinaria.
- A mis compañeros:** Por acompañarme durante toda la carrera y pasar muchas aventuras juntos.

AGRADECIMIENTOS

- A Dios:** Porque sin él, nada sería posible.
- A mis Padres:** Por transmitirme valores, consejos, sueños, motivaciones e inspirarme durante todo este trayecto, ayudarme y financiarme para poder culminar esta etapa.
- A mis hermanos:** Por siempre estar, ser motivación y ejemplo.
- A mi novia:** Por ser pilar en mi vida, motivarme a ser mejor y seguir creciendo.
- A mi madrina:** Por los consejos, la ayuda y sobre todo ser esa segunda madre que me guía.
- A mis abuelos, tíos y demás familiares:** Por estar presentes y demostrar interés durante el trayecto.
- A mis asesores:** Por la paciencia, consejos y colaboración para esta etapa.
- Dr. Janio Johnston,** Por ser partícipes en mi formación profesional,
Dra. Michele Johnston, mentores y dadores de consejos y enseñanzas.
Dra. Alejandra Martínez, Ayudarme y enseñarme el mundo afuera de la universidad, permitirme desarrollarme personal y profesionalmente.
Dra. Isabel Monzón,
- Dr. Carlos de León:**
- Amigos y Compañeros:** Por haberme acompañado este tiempo.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. HIPOTESIS.....	2
III. OBJETIVOS.....	3
3.1. Objetivo General	3
3.2. Objetivos Específicos.....	3
IV. REVISION DE LITERATURA	4
4.1. Garrapata.....	4
4.2. Familia Ixodidae.....	4
4.3. Rhipicephalus microplus	5
4.3.1. Morfología	5
4.3.2. Ciclo Biológico	6
4.3.3. Distribución	6
4.4. Prevención y Control.....	6
4.5. Estados Parasíticos	7
4.5.1. Control Químico	7
4.5.1.1. Baños de Inmersión	7
4.5.1.2. Baños de aspersion	7
4.5.2. Estados no Parasíticos	7
4.5.2.1. Alteración de microhábitat.....	7
4.5.2.2. Rotación de Potreros	8
4.5.3. Métodos no Tradicionales	8
4.5.3.1. Químicos.....	8
4.5.3.2. Resistencia Inducida	8
4.5.3.3. Inhibidores de Quitina	8
4.5.3.4. Bolos de lenta liberación de ivermectina.....	8
4.5.4. Control Biológico.....	9
4.5.4.1. Hongos.....	9
4.6. Resistencia	9
4.6.1. Fase de establecimiento:	9

4.6.2.	Fase de desarrollo:	9
4.6.2.1.	Rápida:.....	10
4.6.2.2.	Lenta:	10
4.6.3.	Fase de emergencia:	10
4.7.	Evolución de la Resistencia a Pesticidas Ixodicidas	10
4.7.1.	Genéticos:.....	10
4.7.2.	Biológicos:.....	10
4.7.3.	Operacionales del químico:.....	10
4.8.	Ixodicidas	11
4.9.	Tipos y Mecanismos de Acción.....	11
4.9.1.	Organofosforados	11
4.9.2.	Piretroides.....	11
4.9.3.	Amidinas	12
4.9.4.	Fenilpirazolonas.....	12
4.9.5.	Inhibidores de Crecimiento	12
4.10.	Cipermetrina	13
4.10.1.	Mecanismo de Acción	13
4.10.2.	Efectos Adversos	13
4.11.	Coumaphos.....	13
4.11.1.	Mecanismo de Acción	14
4.11.2.	Efectos Adversos	14
4.12.	Amitraz.....	14
4.12.1.	Mecanismo de Acción	14
4.12.2.	Efectos Adversos	14
4.13.	Técnica de Inmersión de Adultas	15
V.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
5.1.	Materiales	16
5.1.2.	Recursos Biológicos.....	16
5.1.3.	Recursos de Campo	16
5.1.4.	Recursos de Laboratorio.....	16
5.2.	Métodos	17

5.3.	Técnica de Inmersión de Adultas	19
5.3.1.	Interpretación de Resultados	19
5.4.	Análisis Estadístico	20
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
VII.	CONCLUSIONES	26
VIII.	RECOMENDACIONES	27
IX.	RESUMEN.....	28
	SUMMARY	29
X.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	30
XI.	ANEXOS.....	32

I. INTRODUCCIÓN

El ganado bovino es afectado por endoparásitos y ectoparásitos, la relevancia de los mismos radica en las pérdidas económicas que se ocasionan por la transmisión de enfermedades, pérdidas de sangre, poca ganancia de peso, daño a pieles, cueros y órganos, en el peor de los casos, la muerte. Durante años, se han utilizado diferentes medicamentos para el control de distintas patologías, lamentablemente por la falta de asistencia técnica, profesional y negligencia de propietarios, estos fármacos se han usado de manera incorrecta, desde la dosis empleada hasta la forma de uso y aplicación, lo que ha dado como resultado resistencia. La cual se define como la capacidad adquirida por individuos de una población parásita que les permite sobrevivir a dosis de químicos que generalmente son letales para una población normal (Alonso, 2006), la cual ha sido estudiada en varias ciudades de México, así como en Colombia, Venezuela e incluso Guatemala. La garrapata es uno de los ectoparásitos con mayor peso en las ganaderías a nivel mundial, esto se debe a las diversas enfermedades que transmiten y al potencial zoonótico que poseen actualmente, como referencia Babesiosis, afectando humanos en países como Estados Unidos, Canadá, México, Cuba, Colombia y Venezuela, obteniendo hasta 42.2% de prevalencia (Rodríguez, 2007), o anaplasmosis, con registros en Europa, Estados Unidos y Asia desde 1997 con prevalencia de hasta 20% (Pérez, et al. 2005). En el ámbito económico, se han registrado pérdidas desde \$120 millones hasta \$250 millones en Argentina (Bulman, 2012) y en México aproximadamente \$573 millones (Rodríguez et al., 2017), datos útiles como referencia para darle mayor importancia al control de los mismos en nuestro país.

Para el control de dichos ectoparásitos se utilizan ixodicidas, en este estudio se pretende evaluar la resistencia de las garrapatas a tres diferentes grupos de fármacos garrapaticidas; específicamente en la ganadería que se ubica en el área de La Gomera, Escuintla.

II. HIPOTESIS

Las garrapatas *Rhipicephalus microplus* presentes en el área de La Gomera, municipio que pertenece al departamento de Escuintla, no presentan resistencia ante los ixodicidas.

III. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Generar información sobre la resistencia creada por parte de las garrapatas *Rhipicephalus microplus*, obtenidas en 4 fincas de La Gomera, Escuintla, ante tres ixodicidas.

3.2. Objetivos Específicos

- Evaluar la efectividad de los ixodicidas, utilizados en 4 fincas del área de la Gomera, Escuintla para controlar garrapatas *Rhipicephalus microplus*.
- Determinar el tratamiento más efectivo para el control de garrapatas *Rhipicephalus microplus* en 4 fincas del área de La Gomera, Escuintla.
- Comparar el porcentaje de ovipostura de las garrapatas *Rhipicephalus microplus* después de ser sometidas a la técnica de inmersión de adultas utilizando tres ixodicidas.

IV. REVISION DE LITERATURA

4.1. Garrapata

Son artrópodos que pertenecen a la clase Arachnida, la cual incluye también arañas, escorpiones y ácaros. Además, se encuentran en el suborden Metastigmata. En su fase larvaria poseen tres pares de patas y en fase adulta, cuatro. Cabeza, tórax y abdomen están fusionados. El aparato bucal junto con la base del capítulo, forman un gnatosoma. Todas las garrapatas son parásitos hematófagos. El hipostoma está armado con dentículos que se proyectan hacia atrás y los quelíceros también poseen dentículos móviles. Los estigmas laterales son dorso caudal a la cuarta coxa y carecen de los sinuosos peritremas característicos del suborden. La mayor importancia de las garrapatas está relacionada con el gran número y variedad de enfermedades que transmiten a los animales en general e incluso al humano, otros daños asociados son toxicosis, lesiones cutáneas en áreas afectadas y pérdida de sangre. Hay dos grandes familias de garrapatas, Argasidae, o garrapatas blandas, e Ixodidae, o garrapatas duras. Aparte de una morfología notablemente diferente, las familias de garrapatas difieren mucho en su conducta (Bowman, 2011).

4.2. Familia Ixodidae

Los miembros de esta familia poseen un escudo que cubre la superficie dorsal del macho, pero solo la parte craneal de la zona dorsal de la hembra. El escudo y borde posterior del cuerpo pueden contener una serie de pliegues a lo largo del margen, que se denominan festones. Además, el escudo puede mostrar patrones coloreados en su superficie o no tener coloración alguna. El aparato digestivo, en el extremo anterior de la garrapata, está constituido por la base del capítulo adyacente al cuerpo. Sobre la porción anterior de la base del capítulo se encuentran los palpos, uno a cada lado del par de quelíceros y del hipostoma central. Los huevos los ponen en una única nidada de varios miles. Las larvas, ninfas y adultos de los ixódidos se alimentan una sola vez en cada estadio y requieren habitualmente varios días para alimentarse por completo. Normalmente

viven en el medio ambiente y se fijan a los hospedadores cuando pasan cerca. Presentan dos mudas, de larva a ninfa y de ninfa a adulto.

Las especies que cumplen ambas mudas sin dejar al hospedador se denominan garrapatas de un hospedador, las especies cuyas ninfas alimentadas abandonan al hospedador para mudar se llaman garrapatas de dos hospedadores y aquellas cuyas larvas y ninfas abandonan al hospedador para mudar se llaman garrapatas de tres hospedadores (Bowman, 2011).

4.3. Rhipicephalus microplus

Es considerada la garrapata más importante del ganado bovino a nivel mundial. Es una garrapata dura que se puede encontrar en diversos huéspedes, entre ellos el ganado bovino, búfalos, caballos, asnos, cabras, ovejas, ciervos, perros y animales silvestres. Es transmisor de Babesiosis y anaplasmosis (Cfsph, 2007).

4.3.1. Morfología

La garrapata *Rhipicephalus microplus* es un artrópodo conocido como garrapata dura, de cuerpo generalmente ovalado y aplastado y con una capa o placa dura quitinizada (escutum o escudo) que cubre la parte anterior de la región dorsal de la hembra y casi toda la superficie dorsal del macho.

Tienen un cuerpo no segmentado con cabeza y capitulum, tórax y abdomen unidos, boca especializada, colocadas en la parte anterior del cuerpo, conformado por el hipostoma o probóscide armados con dientes en hilera para poder fijarse al huésped, palpos que son las partes sensoriales o táctiles y quelíceros que se utilizan para cortar y perforar la piel.

El escudo en las hembras es muy pequeño y tiene forma de lengüeta, es decir es más largo que ancho encontrándose los ojos en la parte más ancha del escudo; en los machos se extiende a lo largo del cuerpo, sin patrón ornamental, liso, brillante y de color café rojizo. Los machos presentan ventralmente placas adanales y accesorias (Archila, 2014).

4.3.2. Ciclo Biológico

Es una garrapata de un solo huésped. Los huevos hacen eclosión en el medio ambiente y las larvas se arrastran por el pasto u otras plantas para encontrar un huésped. También pueden ser transportadas por el viento. En el verano, las garrapatas *R. microplus* pueden sobrevivir durante un periodo de hasta 3 o 4 meses sin alimentarse. En temperaturas más frías pueden vivir sin alimento hasta seis meses. Las garrapatas que no pueden encontrar un huésped, mueren por inanición.

Las larvas de las garrapatas suelen encontrarse adheridas a las zonas más finas de la epidermis tales como la cara interna de los muslos, los flancos y las patas traseras. También se las puede observar en el abdomen y el pecho. Después de alimentarse las larvas sufren dos mudas, se convierten en ninfas y posteriormente en garrapatas adultas. Cada estadio de desarrollo se alimenta una sola vez, pero la alimentación dura varios días. Las garrapatas macho adultas, maduran sexualmente después de la alimentación y se aparean con hembras que están alimentándose. Una garrapata hembra adulta que se ha alimentado y apareado se separa de su huésped y deposita una gran cantidad de huevos en el medio ambiente. Por lo general, colocan los huevos en grietas o detritus, o debajo de las piedras. Las garrapatas hembra mueren después de la oviposición. Las garrapatas en el sub género *Rhipicephalus* pueden completar su ciclo de vida en un plazo de 3 a 4 semanas, esta característica puede causar una gran carga de garrapatas en los animales (Cfsph, 2007).

4.3.3. Distribución

Se distribuye a nivel mundial en las regiones tropicales y subtropicales. Esta garrapata es endémica del subcontinente indio, gran parte de Asia tropical y subtropical, el nordeste de Australia, Madagascar, el Sudeste de África, el Caribe, México y varios países de América Central y del Sur (Cfsph, 2007).

4.4. Prevención y Control

El método más eficaz para lograr el control de garrapatas, especialmente *Rhipicephalus microplus*, causante de grandes pérdidas económicas en el país, por

los daños que ocasiona en la ganadería bovina, consiste en evitar que las formas parasitarias albergadas por el huésped alcancen el estado de hembra adulta, previniendo en esta forma su caída, su posterior oviposición y la consecuente eclosión de larvas que produzcan nuevas infestaciones. Durante mucho tiempo, se recomendaron tratamientos contra garrapatas, con una periodicidad promedio de 18 días, dado que el ciclo biológico se completaba, en condiciones favorables, en un periodo de 22-23 días (López, 1996).

4.5. Estados Parasíticos

4.5.1. Control Químico

4.5.1.1. Baños de Inmersión

Primero de todos los métodos conocidos y aún es el más eficiente, ya que con él se logra completo mojado de toda la superficie corporal, posibilitando el íntimo contacto del compuesto con todos los estadios presentes en el huésped, además de la rapidez en su ejecución. Presenta como desventajas la exigencia de grandes volúmenes de agua para la preparación del baño y sobre todo, mayores dificultades para mantener una correcta concentración del ixodicida (López, 1996).

4.5.1.2. Baños de aspersion

Método ampliamente difundido por las ventajas que ofrece, permitiendo un conocimiento exacto de la concentración del producto y la utilización de un baño limpio recientemente preparado. Desde el punto de vista económico, permite utilizar únicamente la cantidad necesaria de cada tratamiento, dependiendo del número de animales, además de esto se pueden aplicar diferentes tipos de ixodicidas, según época del año o carga parasitaria (López, 1996).

4.5.2. Estados no Parasíticos

4.5.2.1. Alteración de microhábitat

Las fases no parasíticas de las garrapatas, tienen exigencias biológicas en cuanto a temperatura y humedad. Al alterar estos factores, por causas naturales

como sequía o humedad, la población de larvas en los pastos varía considerablemente, sin que se logren eliminar en su totalidad (López, 1996).

4.5.2.2. Rotación de Potreros

El sistema de rotación de potreros para el control de garrapatas, ha sido propuesto y recomendado desde mucho tiempo atrás y se basa en la mortalidad larvaria por la falta de alimento (López, 1996).

4.5.3. Métodos no Tradicionales

Las dificultades que se han tenido en el control de garrapatas utilizando sistemas tradicionales, han hecho necesaria la búsqueda de nuevas alternativas que permitan un control económico y racional (López, 1996).

4.5.3.1. Químicos

Ixodicidas sistémicos, despegantes, feromonas, reguladoras de muda y crecimiento, esterilidad híbrida, esterilidad por radiación, quimio esterilidad, incompatibilidad citoplasmática, razas de ganado resistente y esterilidad inducida (López, 1996).

4.5.3.2. Resistencia Inducida

Se han realizado numerosos estudios para tratar de producir inmunidad, a partir de sustancias derivadas de las garrapatas. El principio de esta resistencia se basa en que en la relación garrapata hospedero, el huésped puede imponer limitaciones sobre el parásito, en cualquier etapa de su relación (López, 1996).

4.5.3.3. Inhibidores de Quitina

El fluazuron es un inhibidor del desarrollo de las garrapatas, siendo utilizado como control en el ganado bovino. Este interfiere con la síntesis de quitina, interrumpe la muda de larvas y ninfas, así como la eclosión de los huevos procedentes de hembras expuestas al producto (López, 1996).

4.5.3.4. Bolos de lenta liberación de ivermectina

Los bolos de liberación lenta de ivermectinas, son preparados que actúan a nivel del rumen y liberan ivermectina durante 135 días. Se suministran al ganado

vía oral, en animales mayores de un año con peso entre 100 y 300 kg el día del tratamiento (López, 1996)

4.5.4. Control Biológico

4.5.4.1. Hongos

El hongo *Metarhizium anisopliae* ha demostrado tener actividad patogénica en huevos y adultos de *Rhipicephalus microplus* (López, 1996)

4.6. Resistencia

El desarrollo de resistencia es un proceso evolutivo que aparece por selección genética. Diversas especies de insectos e incluso bacterias, han logrado sobrevivir de manera natural a condiciones adversas, mediante un proceso de adaptación gradual para mantener el orden en los ecosistemas. Contrastando con la lenta evolución de la resistencia a sustancias tóxicas producidas por plantas en la naturaleza, el desarrollo de resistencia a los insecticidas sintéticos ha sido extremadamente rápido, posiblemente porque los insectos pueden utilizar mecanismos desarrollados en defensa contra compuestos aleloquímicos o patógenos de la planta. (Alonso, 2006) La velocidad con que se desarrolla la resistencia en una población depende principalmente de la frecuencia inicial de los genes que confieren resistencia, la intensidad de selección, el grado de dominancia del gen y la relativa capacidad del genotipo. El desarrollo de la resistencia se divide en tres fases:

4.6.1. Fase de establecimiento: Es cuando surge el alelo resistente en una población, habitualmente este proceso se efectúa por mutaciones naturales y en forma independiente a la presión de selección. (Alonso, 2006)

4.6.2. Fase de desarrollo: Es el aumento del número de individuos resistentes y ocurre por la tasa de sobrevivencia preferencial sobre los individuos susceptibles después del uso de productos químicos. En este proceso pueden seguirse dos modos de selección:

4.6.2.1. Rápida: ocurre cuando el gen que confiere resistencia es dominante o parcialmente dominante y permite la selección de heterocigotos.

4.6.2.2. Lenta: Cuando los alelos son recesivos o son inefectivos en forma aislada.

4.6.3. Fase de emergencia: Ocurre por una elevada tasa de presión de selección, es una fase corta y el alelo resistente es lo suficientemente común en la población para manifestar una reducción de la efectividad del ixodicida (Alonso, 2006).

4.7. Evolución de la Resistencia a Pesticidas Ixodicidas

Se resalta la importancia de conocer la participación de los factores que influyen en el desarrollo de la evolución, los cuales se clasifican en:

4.7.1. Genéticos: Incluyen la frecuencia de alelos resistentes, número de alelos resistentes, dominancia, penetración, expresividad e interacción de alelos resistentes. La dominancia es un factor determinante sobre los genes que confieren resistencia. El grado de dominancia del gen influye en el incremento de individuos resistentes en una población bajo presión de selección (Alonso, 2006).

4.7.2. Biológicos: Incluyen aspectos bióticos de la plaga como número de generaciones, número de descendientes por generación, monogamia, poligamia, sobrevivencia fortuita y refugio. Cabe señalar que la mayoría de los factores previamente citados no pueden ser controlados por el hombre y la importancia de algunos solo es factible cuantificar cuando la resistencia ya es un problema en el área (Alonso, 2006).

4.7.3. Operacionales del químico: Incluye la naturaleza química del pesticida, el uso inicial de pesticidas, persistencia de residuos, formulación, tipo de aplicación, umbral de aplicación, umbral de selección, selección de estado de vida y selección alterna. Es

destacable resaltar que estos factores sí pueden ser controlados por el ser humano (Alonso., 2006).

4.8. Ixodicidas

También llamados garrapaticidas. Son antiparasitarios externos con actividad contra las garrapatas. Algunos compuestos son de amplio espectro abarcando también moscas, ácaros o piojos. La mayoría actúa por simple contacto del compuesto con la garrapata. Cuando se trata el ganado, el fármaco se extiende por la piel del animal, entra en contacto con la garrapata y la mata. El efecto residual de un garrapaticida señala el periodo de tiempo tras la aplicación del producto durante el cual este sigue teniendo efecto contra las garrapatas que infestan al animal. Existen medicamentos que tienen función sistémica, es decir que al ser aplicados, penetran al animal y a su sangre, las garrapatas se alimentan y mueren (Junquera, 2018).

4.9. Tipos y Mecanismos de Acción

4.9.1. Organofosforados

Los organofosforados son sustancias orgánicas de síntesis, conformadas por un átomo de oxígeno o en algunas sustancias a 3 de oxígeno y uno de azufre. Una de las uniones fosforo-oxígeno es bastante débil y el fósforo liberado se asocia a acetilcolinesterasa. La acetilcolinesterasa se encarga de degradar la acetilcolina del medio. Al no destruirse, se produce una hiperactividad nerviosa que finaliza con la muerte del individuo (Jordán, 2014).

4.9.2. Piretroides

Se caracteriza por producir una interferencia en el mecanismo de transporte iónico a través de la membrana del axón, interfiriendo en la función neuronal y bloqueando vías inhibitorias de tres maneras diferentes:

- Inhibición de la calcio – magnesio – ATPasa, lo cual produce interferencia con el ion calcio.
- Inhibiendo los canales de cloro en el receptor GABA.

- Inhibiendo el calmodulín con bloqueo de los canales de ion calcio, incrementado los niveles de calcio libre y actuando sobre los neurotransmisores de las terminaciones nerviosas (Jordán, 2014).

4.9.3. Amidinas

Estos compuestos actúan como agonista de los receptores octopaminérgicos de los artrópodos. Principalmente ácaros y garrapatas. La octopamina es un neurotransmisor primario en artrópodos que actúa en un nivel presináptico y postsináptico en el sistema nervioso central y periférico modulando la excitabilidad muscular. La acción agonista conduce a una marcada hiperexcitabilidad, con la consiguiente alteración de la motilidad del parásito. Su acción es letal, por cuanto la fijación de la molécula a los receptores específicos de octopamina, es más persistente que la del propio neurotransmisor. Las formamidinas en general, inhiben las prostaglandinas que intervienen en el proceso de la alimentación, por iniciación y mantenimiento de la lesión en el huésped. Como la octopamina está involucrada en el comportamiento reproductivo de los insectos, por actividad sobre receptores específicos en el oviducto, estos compuestos interfieren en el proceso de oviposición y eclosión, lo que potencia su acción letal (Jordán, 2014).

4.9.4. Fenilpirazolonas

Impide la transmisión del impulso nervioso estimulando la liberación del Ácido gamma amino butírico (GABA), el cual se fija sobre los receptores impidiendo el impulso nervioso, provocando parálisis (Jordán, 2014).

4.9.5. Inhibidores de Crecimiento

Acción sistémica, bloquean el desarrollo de la garrapata en las etapas críticas del ciclo de vida, al afectar la quitina, elemento vital para el exoesqueleto, impidiendo así la muda de piel en los diferentes estadios de crecimiento de la garrapata. Evita la muda de una etapa a otra y esteriliza los huevos. Se elimina por leche por lo que es ingerido por los becerros. Afecta los huevecillos de las garrapatas que lo ingieren impidiendo el nacimiento de las larvas (Jordán, 2014).

4.10. Cipermetrina

Son insecticidas sintéticos, tienen una similitud en la estructura química de las piretrinas, pero con una modificación que las vuelve más estables en el ambiente. Son solubles en el agua y son hidrolizados por álcalis. Se clasifican en dos grupos:

- Tipo I: Carecen del grupo alfa-ciano en su molécula, tales como aletrinas, permetrinas, tetrametrina y cismetrina.
- Tipo II: Este grupo cuenta con la molécula alfa-ciano, tales como cipermetrina, deltametrina y fenvalerato (Treviño, 2013).

4.10.1. Mecanismo de Acción

Se produce provocando un bloqueo de la actividad motriz o bien, por la producción de excitabilidad, incoordinación de movimientos irritabilidad, parálisis, letargo y muerte del insecto. Tienen un efecto residual de 15 días (Treviño, 2013). La actividad letal parece estar mediada por efecto sobre los canales de sodio presinápticos, que producen descargas neuronales repetitivas y, por consiguiente, bloqueo neuromuscular irreversible (Maddison, *et al.* 2004).

4.10.2. Efectos Adversos

- La intoxicación con este fármaco se puede manifestar con hiperexcitabilidad, temblores y convulsiones.
- Irritación leve en ojos y piel.
- Mayor potencial tóxico para abejas, peces e invertebrados acuáticos (Maddison, *et al.* 2004).

4.11. Coumaphos

Alta efectividad y seguridad en el combate de garrapatas de 1 o más huéspedes, ácaros de la sarna, piojos, moscos y gusaneras susceptibles al ingrediente activo. Alta estabilidad y baja toxicidad dentro del grupo de ectoparasiticidas modernos, específicamente de la familia de organofosforados. Periodo residual de 1 a 2 días (Bayer, 2008).

4.11.1. Mecanismo de Acción

Como producto organofosforado, basa su acción tóxica en su efecto inhibitor de la enzima acetilcolinesterasa, ocasionando como consecuencia, un aumento de la acetilcolina que al ascender a niveles críticos, origina una tetanización y finalmente muerte del parásito (Bayer, 2008).

4.11.2. Efectos Adversos

- Síntomas parasimpaticomiméticos como salivación, paso rígido, vómito y depresión.
- Debilidad, ataxia, disturbios propioceptivos, en especial de los cuartos traseros, hasta la parálisis (Bayer, 2008).

4.12. Amitraz

Agente de aplicación externa que tiene amplio espectro contra ácaros y garrapatas. Pertenece a la familia de las amidinas. Se puede utilizar en diferentes especies, tales como bovinos y perros, principalmente (Maddison, *et al.* 2004).

4.12.1. Mecanismo de Acción

El amitraz induce una variedad de cambios de la conducta en garrapatas de las familias de argásidos e ixódidos, que se ponen de manifiesto por hiperactividad, ondulaciones en las patas y conducta de desprendimiento. Estos efectos se atribuyen a las acciones del amitraz sobre los receptores octopaminérgicos de las garrapatas. En realidad, los efectos subletales y conductuales se consideran más importantes que los efectos letales. También produce reducción de la fecundidad, inhibición de la postura de huevos y reducción de la salida de los mismos. Si bien el amitraz inhibe la monoaminoxidasa de la garrapata, la lesión bioquímica letal parece deberse a inhibición de las oxidasas de función mixta (Maddison, *et al.* 2004).

4.12.2. Efectos Adversos

El amitraz causa efecto sedante transitorio durante las primeras 24 horas del primer tratamiento aplicado. Algunos animales pueden presentar prurito después

de someterse a tratamiento. La exposición elevada puede producir los siguientes efectos adversos:

- Signos graves de depresión y renuencia al movimiento.
- Glucemia elevada.
- Poliuria
- Bradicardia (Maddison, *et al.* 2004).

4.13. Técnica de Inmersión de Adultas

La técnica se apoya en una serie de concentraciones de acaricidas, teniendo como principio que las respuestas de la dosis de mortalidad de las garrapatas a los acaricidas son determinadas mediante el tratamiento de garrapatas hembras ingurgitadas con un rango amplio de diluciones de un acaricida, comparando las garrapatas tratadas y no tratadas para evaluar el efecto de un tratamiento sobre la fecundidad y la fertilidad. Prueba diagnóstica bastante rápida (Márquez, 2003).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Materiales

5.1.1. Recursos Humanos

- Estudiante que realizó la investigación
- Asesores profesionales de los departamentos de Parasitología y Salud pública de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Técnico de laboratorio de Parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Propietarios y trabajadores de las fincas muestreadas.

5.1.2. Recursos Biológicos

- Bovinos parasitados con garrapatas.
- Garrapatas *Rhipicephalus microplus*, adultas e ingurgitadas.

5.1.3. Recursos de Campo

- 4 frascos de vidrio con tapadera de rosca.
- Cinta adhesiva para identificar.
- Marcador permanente.
- Lapicero
- Cuaderno de notas
- Vehículo.
- Combustible.
- Hielera.
- Hielo.
- Lazos.

5.1.4. Recursos de Laboratorio

- Cajas de Petri de Vidrio.
- Cinta Adhesiva.
- Agua.

- Incubadora.
- Cipermetrina.
- Amitraz.
- Coumaphos.
- Calculadora.
- Cronómetro.
- Computadora
- Pipetas de 5 ml.
- Guantes de látex.
- Coladores plásticos.

5.2. Métodos

- Diseño de estudio: Estudio analítico con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones.
- Utilizando el método de muestreo por conveniencia en 4 fincas de La Gomera, Escuintla, se obtuvieron garrapatas que fueron distribuidas de manera aleatoria en 4 grupos según cada finca, obteniendo 20 garrapatas por finca. Se observó que estuvieran ingurgitadas. La recolección de las mismas se realizó en las primeras horas de la mañana, entre 6:00 AM y 8:00 AM. Antes de que el hato fuera movilizado a campo. No se tiene previsto tener tamaño mínimo para la recolección de las mismas, tomando en cuenta que la técnica no la solicita.
- Se transportaron en frascos de vidrio, los cuales se colocaron en un recipiente con protección de luz solar para posteriormente trasladarlos al laboratorio de Parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- En el laboratorio, las garrapatas se tipificaron y evaluaron, observando que estuvieran vivas, ingurgitadas y en buen estado, a través de estimulación con pinzas.
- Se realizaron cuatro tratamientos, siendo estos los fármacos y el control y cuatro repeticiones de cada uno, por la cantidad de fincas evaluadas. Dichos tratamientos fueron elegidos por el historial de uso que se presenta en el área.

Los tratamientos fueron los siguientes:

	Garrapatas
Cipermetrina	20
Amitraz	20
Coumaphos	20
Control (Agua)	20
TOTAL	80

Se diluyeron los ixodicidas a las dosis utilizadas en el área de estudio:

- Tratamiento 1.
 - Cipermetrina a 1ml/Litro de agua, equivalente a 200mg/ml. Para realizar la dilución, se adicionó un ml de cipermetrina en un litro de agua. Se utilizaron recipientes con suficiente capacidad, en buen estado y limpios. Dosis utilizada y recomendada por el fabricante.
- Tratamiento 2.
 - Amitraz. 1ml/Litro de agua, equivalente a 125mg/ml. Para realizar la dilución, se adicionó 1 ml de amitraz en un litro de agua. Se utilizaron recipientes con suficiente capacidad, en buen estado y limpios. Se menciona como dosis no adecuada, debido a que la correcta es 1.5ml/litro de agua, pero a nivel de campo se maneja la mencionada anteriormente.
- Tratamiento 3.
 - Coumaphos. 1ml/Litro de agua, equivalente a 200mg/ml. Para realizar la dilución, se adicionó 1 ml de Coumaphos en un litro de agua. Se utilizaron recipientes con suficiente capacidad, en buen estado y limpios. Dosis utilizada y recomendada por el fabricante.
- Tratamiento 4. Grupo Control.
 - Agua. Recipiente con 100 ml de agua limpia.

5.3. Técnica de Inmersión de Adultas

Se adicionaron 15 ml de los ixodicidas preparados en vasos de plástico, se colocó un imán en el interior del mismo y estos sobre un agitador magnético para obtener un homogeneizado correcto. Mismo procedimiento para todos los tratamientos, incluyendo control.

Solo se utilizaron garrapatas recolectadas en el mismo día de la prueba, hembras vivas, ingurgitadas, limpias y en buenas condiciones. Las hembras de cada finca fueron separadas en 4 grupos de garrapatas, buscando una repartición donde el tamaño de los parásitos fuera similar entre grupos.

Se colocó cada grupo en cada vaso conteniendo el tratamiento que le correspondía. Se realizó la inmersión por 30 minutos, los cuales fueron en constante agitación, la cual se realizó con un agitador magnético y la presencia de imanes dentro de cada recipiente que contenga ixodicida y garrapatas.

Seguidamente, se extrajeron las garrapatas del ixodicida respectivo, eliminando el exceso con papel absorbente. Se colocaron dorsalmente en una caja de Petri, fijadas con cinta adhesiva y en una misma dirección.

Se incubaron las garrapatas contenidas en las cajas de Petri a 25-30 grados centígrados y con 80-90% de humedad relativa por el tiempo que las garrapatas duraron vivas. Al finalizar esta fase, se observaron las garrapatas que ovipositaron, acción evaluada día a día durante 25 días, tiempo de duración en total del presente estudio.

5.3.1. Interpretación de Resultados

Se revisaron las cajas de Petri que contenían las garrapatas de los cuatro tratamientos hasta observar que todas las garrapatas estuvieran muertas, lo cual se determinó estimulando el movimiento con pinzas, observando detenidamente el movimiento de patas. Las garrapatas que fueron tratadas y aun así ovipositaron, son consideradas como resistentes, mientras que las hembras que no ovipositaron y las que murieron al ser tratadas, son susceptibles al ixodicida (Reyes. *Et al*, 2013).

5.4. Análisis Estadístico

- Unidad Experimental: Garrapata de la especie *Rhipicephalus microplus*.
- Variables a medir:
- Supervivencia a los tratamientos.
- Capacidad de ovipositar después de ser sometidas al tratamiento, calculando el porcentaje de resistencia con la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Número de garrapatas tratadas que ovipositaron}}{\text{Número de garrapatas no tratadas (Agua) que ovipositaron}} * 100 =$$

Para determinar si hay diferencia significativa entre los datos obtenidos de los tratamientos con los ixodicidas, se realizara la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis, lo que nos permitirá identificar efectividad de los mismos.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio tuvo duración de 25 días debido a que es una garrapata con ciclo de vida de 21 días. Se recolectaron e identificaron inicialmente las garrapatas *Rhipicephalus microplus* posteriormente la efectividad de los ixodicidas a través del cálculo de porcentaje de garrapatas que murieron al ser tratadas y no lograron poner huevos según cada finca muestreada obteniendo diversos resultados, los cuales se promediaron entre sí para determinar la efectividad por tratamiento.

Tabla No. 1, Efectividad por Tratamiento: Resultados de la efectividad de las ixodicidas como tratamiento en las cuatro fincas evaluadas, con las dosis utilizadas a nivel de campo.

Efectividad Por Tratamiento		
T1	Cipermetrina	80%
T2	Coumaphos	85%
T3	Amitraz	90%

Además, se identificó el porcentaje de ovipostura de las garrapatas después de ser sometidos a los diferentes tratamientos, el cual consiste en la cantidad de garrapatas que lograron ovipositar respecto al total de garrapatas que fueron sometidas a cada tratamiento, obteniéndose los siguientes resultados.

Tabla No. 2, Porcentajes de Ovipostura: Resultados de la ovipostura de las garrapatas, según tratamiento al cual fueron sometidas.

Porcentajes de Ovipostura		
T1	Cipermetrina	20%
T2	Coumaphos	15%
T3	Amitraz	10%
Control	Agua	55%

Por último, se mencionan los resultados sobre la resistencia presente en el lugar, esta consiste en datos obtenidos al comparar la cantidad de garrapatas que ovipositaron según tratamiento, dividido la cantidad de garrapatas que ovipositaron del grupo control.

Tabla No. 3, Resistencia: Resistencia presente en el área de La Gomera, Escuintla ante tres ixodícidas.

Resistencia		
T1	Cipermetrina	36%
T2	Coumaphos	27%
T3	Amitraz	18%

Tabla No. 4, Análisis Estadístico: Se determinó que no existe diferencia estadísticamente significativa entre la efectividad de los tratamientos evaluados, utilizando 95% de confianza y 0.05 como valor de probabilidad.

	Coumaphos	Amitraz	Cipermetrina
1	5	4	4
2	2	5	4
3	5	4	4
4	5	5	4

No ovipostura/Efectividad	
Tratamiento	R
Coumaphos	31
Amitraz	29
Cipermetrina	18

$$K = \frac{12}{N(N+1)} \left(\frac{R^2}{N} + \frac{R^2}{N} + \frac{R^2}{N} \right) - 3(N+1) =$$

$$K = \frac{12}{12(12+1)} \left(\frac{31^2}{4} + \frac{29^2}{4} + \frac{18^2}{4} \right) - 3(12+1) = 1.93$$

El tema ixodidas, se inició alrededor del año 1974, los primeros en aparecer fueron los organofosforados, seguido de los piretroides (Rodríguez *et al.* 2012). En el país vecino, México, se han obtenido pruebas de que los piretroides han creado resistencia desde 1981 (Domínguez *et al.*, 2010), a niveles mucho más altos, escalas de 10-350 veces más rápido que cualquier otro ixodida. Los organofosforados presentaron los primeros casos de resistencia desde el año 1983 la cual iba presentándose en escala de 10-14 veces (Rodríguez *et al.* 2012). El amitraz se ha utilizado desde 1986, pero este medicamento ha creado menos resistencia, cabe mencionar que este medicamento se utilizó con menor frecuencia al inicio por su alto costo. El primer estudio sobre resistencia data del año 2002 (Rodríguez *et al.* 2012). Al observar toda esta información relacionada con resistencia, se observa que coincide con los resultados obtenidos durante esta investigación, puesto que cipermetrina presenta una resistencia de 36%, seguido de Coumaphos que actualmente tiene resistencia de 27% y por último, como tratamiento más efectivo en el área de La Gomera, Escuintla se puede mencionar Amitraz, puesto que únicamente tiene 18% de resistencia. El estudio coincide con los datos mencionados, estando de acuerdo con el autor previamente mencionado, cabe mencionar que estadísticamente hablando no existe diferencia significativa entre los fármacos utilizados, puesto que al realizar la prueba estadística Kruskal Wallis se acepta la hipótesis nula que menciona que no hay diferencia significativa entre los tratamientos evaluados.

En la Finca #1 y Finca #3, se obtuvo una efectividad de 100% para Coumaphos, demostrando que este es el tratamiento de elección en ambos lugares. En la finca #2 se obtuvo efectividad de 100% para Amitraz, haciéndolo el tratamiento más efectivo. En la finca #4 se obtuvo 100% de efectividad para dos medicamentos, siendo estos Coumaphos y Amitraz, permitiendo determinar que ambos tratamientos serían efectivos para el control en dicha área. Al relacionar los datos obtenidos de cada finca y tratamiento, podemos determinar el promedio de efectividad de cada ixodida en el área de La Gomera, Escuintla, teniendo el

Amitraz como el medicamento más efectivo, teniendo 90% de control de garrapatas, seguido de Coumaphos con 85% de efectividad y por último y más bajo, Cipermetrina con 80% de efectividad. Esta información se relaciona directamente con la resistencia creada de parte de las garrapatas *Rhipicephalus microplus* ante los ixodicidas, ya que al ser menos efectivo permite que las garrapatas puedan sobreponerse ante el mecanismo de acción de los fármacos, pudiendo tomar este suceso como la fase de establecimiento de resistencia, la cual seguirá con el aumento de individuos resistentes y por ende, llegar a la fase de emergencia lo que nos indicaría que se llegó a una población resistente ante los ixodicidas.

Para llegar a obtener datos sobre resistencia, se debe obtener la cantidad de garrapatas que ovipositaron y por ende, el porcentaje de las mismas. Se debe tomar en cuenta que los términos no son iguales, definiendo el porcentaje de ovipostura como la cantidad de garrapatas que ovipositaron respecto al grupo total de garrapatas que fueron sometidas a un mismo tratamiento, mientras que la resistencia es relacionar la cantidad de garrapatas que ovipositaron, datos se obtienen como resultados del test de inmersión de adultas, el cual nos permite evaluar y determinar la resistencia ante los fármacos, ya que utiliza como punto de referencia la mortalidad, fecundidad y la fertilidad, utilizando una simple ecuación matemática que consiste en dividir el porcentaje de ovipostura de un tratamiento por el porcentaje de ovipostura del grupo control y multiplicarlo por 100.

Por último, se menciona la ovipostura indicando amitraz como tratamiento más efectivo, permitiendo únicamente el 10% de ovipostura, Coumaphos permitió el 15% de ovipostura y por último, cipermetrina que permitió el 20% de la ovipostura, lo cual nos confirma que es el medicamento con más resistencia creada, ya que al ser el porcentaje de ovipostura más alto, se acerca más al porcentaje de ovipostura respecto al control, el cual es 55%. Existen diferentes factores que pueden tener relación con el aumento de la resistencia, entre los cuales se pueden mencionar la subdosificación en el caso de Amitraz, puesto que la dosis comercial y recomendada por el fabricante es de 187.5 hasta 250 mg por litro de agua, la cual en este caso

no tuvo repercusión ya que a pesar de esto, sigue siendo medicamento efectivo sin diferencia significativa respecto a los otros dos. También se puede mencionar el tema dureza de aguas, las cuales se tendrían que evaluar y definir si tiene incidencia directa en el funcionamiento de los medicamentos, así como la forma de aplicación influyendo factores ambientales como corrientes de aire, horario de aplicación y cantidad de solución utilizada, tomando como mínimo 4 litros y máximo 7 litros. Se tiene en historial, que el medicamento más utilizado en el área es la cipermetrina, dato que concuerda con la teoría mencionando antigüedad de fabricación. En el área se tiene por costumbre la aplicación trimestral de baños contra garrapatas, esto sin alternar y cambiar productos a lo largo de varios años, lo que ocasionó que al haber disminución de la efectividad obviamente sin pruebas, cambiaran o bien, realizaran mezclas entre medicamentos que es lo que utilizan actualmente.

VII. CONCLUSIONES

- Bajo las condiciones del presente lugar, existe resistencia a los medicamentos en niveles leves, siendo cipermetrina el porcentaje más alto con 36%, Coumaphos con 27% y Amitraz con 18%.
- En cuanto al uso de los ixodicidas, la garrapata *Rhipicephalus microplus* no presenta resistencia alarmante en el área de La Gomera, Escuintla.
- El fármaco más efectivo para la Finca #1 es Coumaphos, para la finca #2 Amitraz, para la finca #3 el Coumaphos y para la Finca #4 Coumaphos y Amitraz, todos estos con el 100% de efectividad.
- Se determinó que no existe diferencia estadísticamente significativa en la efectividad de los fármacos utilizados en el área.

VIII. RECOMENDACIONES

- Promover las buenas prácticas de aplicación de los fármacos, tales como baños completos y no superficialmente, inmersión total del cuerpo, realizarlos en horarios frescos y con poca exposición solar, para poder obtener más beneficios de los mismos.
- Utilización de nuevas moléculas que tienen función ixodicida para tener mayores beneficios acompañado de rotación de tratamientos por lo menos, una vez al año para no crear más resistencia a los medicamentos previamente utilizados.
- Se recomienda usar la dilución correcta de cada uno de los ixodicidas que se utilicen, sin importar si estuvieron o no en el estudio.
- Promover un manejo integrado de control de ectoparásitos.
- Realizar estudios donde se incluya tipificación de las garrapatas y el efecto ante la diversidad de ixodicidas en el mercado.

IX. RESUMEN

El estudio se llevó a cabo en cuatro fincas de La Gomera, Escuintla; se buscó evaluar la resistencia que han creado las garrapatas (*Rhipicephalus microplus*) contra tres ixodicidas comerciales que son comúnmente utilizados en el área; para obtener los resultados se utilizó la prueba de Test de Inmersión de Adultas, las unidades experimentales debían ser garrapatas adultas, vivas e ingurgitadas; se utilizaron 30 ml de la solución de cada fármaco a la dosis que se utiliza en el campo. La prueba básicamente se basa en obtener la fecundidad y fertilidad del grupo de estudio. Otro de los objetivos del estudio fue determinar la efectividad de los ixodicidas mediante la ovipostura de las garrapatas evaluadas y la observación de la misma.

Para la variable resistencia, los resultados porcentuales del análisis demuestran que existe resistencia ante los ixodicidas utilizados, sin embargo, no en niveles alarmantes. Se determinó que Amitraz es el tratamiento más efectivo para el área de La Gomera, Escuintla; mientras que a nivel de fincas Coumaphos es otra alternativa; por otro lado, al utilizar la prueba estadística Kruskal Wallis, se determinó que no existe diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los tratamientos evaluados, teniendo efectividades similares, que nos permiten aceptar el uso de los tres ixodicidas, incluso Cipermetrina.

SUMMARY

The study took place in four farms in La Gomera, Escuintla. The main purpose was to evaluate the resistance that ticks (*Rhipicephalus microplus*) have created against three commercial ixodicides that are commonly used in that area. The Adult Immersion Test was used to obtain the results. The experimental subjects had to be adult ticks that were both alive and regurgitated. 30 ml of each drug were used at the dose that is commonly used in the field. The test aimed to obtain the fertility of the subjects of study. Another objective was to determine the effectiveness of the ixodicides by means of and the oviposture of the ticks and its corresponding observation.

For the resistance variable, the percentage results of the analysis show that there is resistance to the ixodicides used, but not at alarming levels. It was determined that Amitraz is the most effective treatment for the La Gomera, Escuintla area; while at the field level, Coumaphos is another alternative. On the other hand, by using the Kruskal Wallis statistical test, it was determined that there is no significant difference ($P < 0.05$) among the evaluated treatments. The treatments have similar effectiveness levels that allow to accept the use of the ixodicides, including Cipermetrina.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, M., Rodríguez, R., Fragoso, H., Rosario, R. (2006). Resistencia de la garrapata *Boophilus microplus* a los ixodicidas. *Scielo*, 38(2), 105-113. Recuperado de: <https://scielo.conicyt.cl/scielo.php>
- Archila, L. (2014). *Determinación de la efectividad ixodicida in vitro de semillas de Mamey (Mammea americana L.) para el control de la garrapata Rhipicephalus microplus del ganado bovino* (Tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- Bayer, S. A. De C. V. (2008). *Manual de Garrapatas y otros ectoparásitos*. Recuperado de: <https://www.sanidadanimal.bayer.com.mx>
- Bowman, D. (2011). *Parasitología para Veterinarios*. Barcelona, España: Elsevier.
- Bulman, G. (2012). *Pérdidas económicas directas e indirectas por parásitos internos y externos de los animales domésticos en Argentina*. Anales de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria. LXVI. 76-176.
- Domínguez, D., Rosario, R., Almazán, C., Saltijeral, J., De la Fuente, J., (2010). *Boophilus microplus: Aspectos biológicos y moleculares de la resistencia a los acaricidas y su impacto en la salud animal*. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, vol. 12(2), 181-192.
- FSPH the Center for Food Security & Public Health, US. (2007). *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. Recuperado de: <http://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/pdfs/boophilusmicroplus>
- Jordan, H. (2014). *Evaluación del efecto Ixodicida in vitro de la infusión de hojas de Tabaco Nicotiana tabacum, contra las garrapatas Rhipicephalus microplus en fase adulta del ganado bovino* (Tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- Junquera, P. (2018). *Garrapatas y garrapaticidas en el ganado bovino, ovino, porcino y aviar*. Recuperado de: <https://parasitipedia.net/>
- López, G. (1996). Sistema de Control de Artrópodos de Importancia en Medicina Veterinaria. *Epidemiología, Diagnostico y Control de Enfermedades Parasitarias en Bovinos*. (2). 33-40.



- Maddison, J., Page, S., Church, D. (2004). *Farmacología clínica en pequeñas especies*. Buenos Aires, Argentina: Intermédica.
- Márquez, D. (2003). *Nuevas Tendencias para el Control de los Parásitos de Bovinos en Colombia*. Bogotá, Colombia: Corpoica.
- Pérez, R., Fernández, P., Encinas, A. (2005) *Garrapatas y anaplasmosis granulocítica humana en Europa. Revisión de la situación en España*. Revista Ibérica de Parasitología. 66 (1-4). 17-29.
- Quevedo Ricardi, F. (2011). *Estadística Aplicada a la Investigación en Salud*. Medwave. 11(12).
- Reyes, I., Arieta, R., Fernández, J., Romero, M., Peniche, A. (2013). *Resistencia de Rhipicephalus (Boophilus) microplus a ixodíidas en ranchos bovinos del municipio Evangelista, Veracruz, México*. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, 14 (7), 1-6.
- Rodríguez, R., Grisi, L., Pérez, A., Silva, H., Torres, J., Fragoso, H., Salas, D., Rosario, R., Saldierna, F., García, D. (2017). *Potential economic impact assessment for cattle parasites in Mexico*. Review. Scielo. Revista mexicana de Ciencias pecuarias. 8 (1).
- Rodríguez, A. (2007). *Epidemiología de la Babesiosis: Zoonosis emergente*. Sociedad Científica de Estudiantes de Medicina de la UCV. 5 (4)
- Rodríguez, R., Hodgkinson, J., Trees, A. (2012). Resistencia a los acaríidas en *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*: situación actual y mecanismos de resistencia. *Revista mexicana de Ciencias Pecuarias*. Vol. 3(1). Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242012000500004
- Taucher, E. (1997) *Bioestadística. Colección textos universitarios*. Santiago de Chile, Chile: Editorial Universitaria.
- Treviño, R. (2013). *Evaluación de Resistencia a Ixodíidas y efectividad de la vacuna BM86 en el grado de infestación por garrapata Boophilus sp. En las razas de ganado bovino Charolais, Simmental, Brangus negro y comercial* (Tesis de Maestría). Universidad Autónoma de Nuevo León. México



XI. ANEXOS

TRATAMIENTO: CONTROL												
Repeticiones Día de Evaluación	#1			#2			#3			#4		
	V	M	O	V	M	O	V	M	O	V	M	O
1	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0
2	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0
3	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0
4	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0
5	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0
6	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0
7	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0
8	5	0	1	5	0	3	5	0	1	5	0	0
9	5	0	1	5	0	3	5	0	1	5	0	0
10	5	0	1	5	0	3	5	0	1	5	0	0
11	5	0	2	5	0	4	5	0	2	5	0	0
12	5	0	2	5	0	4	5	0	2	5	0	0
13	5	0	2	5	0	4	5	0	2	5	0	0
14	5	0	2	5	0	4	5	0	2	5	0	0
15	5	0	2	5	0	4	5	0	2	5	0	0
16	5	0	2	5	0	4	5	0	2	5	0	0
17	5	0	2	5	0	4	5	0	2	5	0	1
18	2	3	2	5	0	4	2	0	2	5	0	1
19	2	3	2	2	3	4	2	3	4	5	0	1
20	2	3	2	2	3	4	2	3	4	5	0	1
21	1	4	2	1	4	4	1	4	4	5	0	1
22	1	4	2	1	4	4	1	4	4	2	3	1
23	1	4	2	0	5	4	0	5	4	2	3	1
24	0	5		0	5		0	5		2	3	
25	0	5		0	5		0	5		0	5	
Total			2			4			4			1

V: Garrapatas Vivas; M: Garrapatas muertas; O: Garrapatas que ovipositaron

TRATAMIENTO: AMITRAZ												
Repeticiones Día de Evaluación	#1			#2			#3			#4		
	V	M	O	V	M	O	V	M	O	V	M	O
1	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0
2	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0
3	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0
4	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0
5	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0
6	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0
7	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0
8	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0
9	5	0	1	5	0	0	5	0	1	5	0	0
10	5	0	1	5	0	0	5	0	1	5	0	0
11	5	0	1	5	0	0	5	0	1	5	0	0
12	5	0	1	5	0	0	5	0	1	5	0	0
13	5	0	1	5	0	0	5	0	1	5	0	0
14	5	0	1	5	0	0	5	0	1	5	0	0
15	3	2	1	3	2	0	3	2	1	3	2	0
16	3	2	1	3	2	0	3	2	1	3	2	0
17	3	2	1	3	2	0	3	2	1	3	2	0
18	3	2	1	3	2	0	3	2	1	3	2	0
19	2	3	1	3	2	0	2	3	1	2	3	0
20	2	3	1	2	3	0	2	3	1	2	3	0
21	1	4	1	2	3	0	2	3	1	2	3	0
22	1	4	1	2	3	0	2	3	1	1	4	0
23	1	4	1	0	5	0	0	5	0	0	5	0
24	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0
25	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0
Total			1			0			1			0

V: Garrapatas Vivas; M: Garrapatas muertas; O: Garrapatas que ovipositaron

TRATAMIENTO: COUMAPHOS												
Repeticiones Día de Evaluación	#1			#2			#3			#4		
	V	M	O	V	M	O	V	M	O	V	M	O
1	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0
2	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0
3	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0
4	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0
5	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0
6	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0
7	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0
8	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0
9	5	0	0	5	0	2	5	0	0	5	0	0
10	2	3	0	5	0	2	5	0	0	2	3	0
11	2	3	0	5	0	2	5	0	0	2	3	0
12	2	3	0	5	0	2	5	0	0	2	3	0
13	1	4	0	5	0	2	5	0	0	2	3	0
14	0	5	0	3	2	3	1	4	0	0	5	0
15	0	5	0	3	2	3	1	4	0	0	5	0
16	0	5	0	3	2	3	1	4	0	0	5	0
17	0	5	0	3	2	3	1	4	0	0	5	0
18	0	5	0	3	2	3	1	4	0	0	5	0
19	0	5	0	2	3	3	1	4	0	0	5	0
20	0	5	0	2	3	3	1	4	0	0	5	0
21	0	5	0	1	4	3	0	5	0	0	5	0
22	0	5	0	1	4	3	0	5	0	0	5	0
23	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0
24	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0
25	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0
			0			3			0			0

V: Garrapatas Vivas; M: Garrapatas muertas; O: Garrapatas que ovipositaron

TRATAMIENTO: CIPERMETRINA												
Repeticiones Día de evaluación	#1			#2			#3			#4		
	V	M	O	V	M	O	V	M	O	V	M	O
1	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	5	0
2	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0
3	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0
4	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0
5	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0
6	5	0	1	5	0	1	5	0	1	5	0	1
7	5	0	1	5	0	1	5	0	1	5	0	1
8	5	0	1	5	0	1	5	0	1	5	0	1
9	5	0	1	5	0	1	5	0	1	5	0	1
10	5	0	1	5	0	1	5	0	1	5	0	1
11	5	0	1	5	0	1	5	0	1	5	0	1
12	5	0	1	5	0	1	5	0	1	5	0	1
13	5	0	1	5	0	1	5	0	1	5	0	1
14	5	0	1	5	0	1	5	0	1	5	0	1
15	2	3	1	3	2	1	3	2	1	2	3	1
16	2	3	1	3	2	1	3	2	1	2	3	1
17	2	3	1	3	2	1	3	2	1	2	3	1
18	2	3	1	3	2	1	3	2	1	2	3	1
19	2	3	1	3	2	1	3	2	1	2	3	1
20	2	3	1	2	3	1	3	2	1	1	4	1
21	1	4	1	2	3	1	2	3	1	1	4	1
22	1	4	1	2	3	1	2	3	1	1	4	1
23	0	5	0	1	4	1	1	4	1	0	5	0
24	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0
25	0	5	0	0	5	0	0	5	0	0	5	0
Total			1			1			1			1

V: Garrapatas Vivas; M: Garrapatas muertas; O: Garrapatas que ovipositaron

Efectividad Finca #1: Resultados de la efectividad de los ixodicidas en la finca muestreada y denominada Finca #1, teniendo Coumaphos como el tratamiento más efectivo.

Efectividad Finca #1		
T1	Cipermetrina	80%
T2	Coumaphos	100%
T3	Amitraz	80%

Efectividad Finca #2: Resultados de la efectividad de los ixodicidas en la finca muestreada y denominada Finca #2, teniendo Amitraz como el tratamiento más efectivo.

Efectividad Finca #2		
T1	Cipermetrina	80%
T2	Coumaphos	40%
T3	Amitraz	100%

Efectividad Finca #3: Resultados de la efectividad de los ixodicidas en la finca muestreada y denominada Finca #3, teniendo Coumaphos como el tratamiento más efectivo.

Efectividad Finca #3		
T1	Cipermetrina	80%
T2	Coumaphos	100%
T3	Amitraz	80%

Efectividad Finca #4: Resultados de la efectividad de los ixodicidas en la finca muestreada y denominada Finca #4, teniendo Coumaphos y Amitraz como tratamientos efectivos, al obtener ambos el 100% de efectividad.

Efectividad Finca #4		
T1	Cipermetrina	80%
T2	Coumaphos	100%
T3	Amitraz	100%

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**

**DETERMINACIÓN DEL GRADO DE RESISTENCIA DE
GARRAPATAS *Rhipicephalus microplus*, RECOLECTADAS EN
BOVINOS DE CUATRO FINCAS DE LA GOMERA, ESCUINTLA
CONTRA TRES IXODICIDAS.**

f.



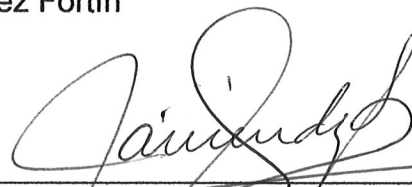
Luis Santiago Enrique Chávez Fortín

f.



M.A. Ludwig Estuardo Figueroa Hernández
ASESOR PRINCIPAL

f.



M.A. Jaime Rolando Méndez Sosa
ASESOR

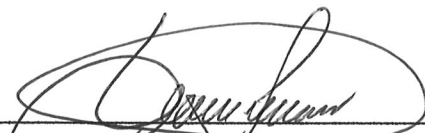
f.



M.Sc. Fredy Rolando González Guerrero
EVALUADOR

IMPRÍMASE

f.



M.A. Gustavo Enrique Taracena Gil
DECANO

