

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

“Determinación del grado de resistencia de la garrapata Boophilus microplus, en ganado bovino, contra tres diferentes ixodicidas (organofosforado, piretroide sintético y amidina), a través de la técnica de Inmersión de adultas (Adult Immersion Test) en 15 fincas del municipio de San Antonio, departamento de Suchitepéquez”.

REMBER RAFAEL ARRIOLA MOLINA

GUATEMALA, OCTUBRE DEL 2006

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

“Determinación del grado de resistencia de la garrapata Boophilus microplus, en ganado bovino, contra tres diferentes ixodidas (organofosforado, piretroide sintético y amidina), a través de la técnica de Inmersión de adultas (Adult Immersion Test) en 15 fincas del municipio de San Antonio, departamento de Suchitepéquez”.

TESIS

Presentada a la Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Por

REMBER RAFAEL ARRIOLA MOLINA

Al conferírsele el grado académico de :

MÉDICO VETERINARIO

GUATEMALA, OCTUBRE DEL 2006

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

DECANO: Lic. Zoot. MARCO VINICIO DE LA ROSA
MONTEPEQUE.

SECRETARIO: Dr. MARCO VINICIO GARCÍA URBINA.

VOCAL PRIMERO: Dr. M.V. YERI VÉLIZ PORRAS.

VOCAL SEGUNDO: Dr. M.V. FREDY GONZÁLEZ GUERRERO.

VOCAL TERCERO: Dr. EDGAR BAILEY.

VOCAL CUARTO: Br. ROCÍO YADYRA PÉREZ FLORES.

VOCAL QUINTO: Br. JOSÉ ABRAHAM RAMÍREZ CHANG.

ASESORES

Dr. MANUEL RODRÍGUEZ ZEA.
Dra. DORA ELENA CHANG DE JO.
Dr. GUSTAVO TARACENA.

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento a lo establecido por los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a consideración de ustedes el presente trabajo de tesis titulado:

“Determinación del grado de resistencia de la garrapata Boophilus microplus, en ganado bovino, contra tres diferentes ixodícidas (organofosforado, piretroide sintético y amidina), a través de la técnica de Inmersión de adultas (Adult Immersion Test) en 15 fincas del municipio de San Antonio, departamento de Suchitepéquez”.

Como requisito previo a optar el título profesional de

MÉDICO VETERINARIO

TESIS QUE DEDICO

A DIOS: POR HABERME DADO LA FORTALEZA Y LA
SABIDURÍA PARA CULMINAR MI
CARRERA.

A MIS PADRES: REMBER ARRIOLA Y JULIETA DE
ARRIOLA.

A MIS CATEDRÁTICOS: POR COMPARTIR SUS CONOCIMIENTOS

A MIS COMPAÑEROS: POR LAS EXPERIENCIAS DIARIAS VIVIDAS

ACTO QUE DEDICO

- A: DIOS Y A LA VIRGEN SANTÍSIMA
- A MIS PADRES: REMBER ARRIOLA Y JULIETA DE ARRIOLA, por todo el amor, esfuerzo, apoyo, paciencia y responsabilidad que tuvieron para que lograra este gran sueño.
- A MIS HERMANOS: PRISCILLA, ROBERTO, CLAUDIA, por el cariño, ayuda y orientación que siempre me han brindado.
- A MI ESPOSA: JAQUELINE GARABITO DE ARRIOLA, por su amor y ser parte importante de este sueño.
- A MIS HIJAS: MARIA FABIANA Y MARIA ABIGAIL, mis dos Ángeles.
- A MIS SOBRINOS: REMBER, VICKY, MARIA JOSÉ, POULETTE, ROBERTO, MARCO RAFAEL, DENNIS.
- A MIS ABUELITOS: JUANITA (+), AGUSTO (+), ZOLIA Y JULIO (+)
- A MIS TÍOS Y PRIMOS CON ESPECIAL CARIÑO.
- A LAS FAMILIAS: GARABITO MURALLES, MURILLO MOLINA, ZAMORA FIGUEROA, por tenderme su mano y su cariño cuando más lo necesité.
- A MIS AMIGOS: ZAIRA, JUAN, HÉCTOR, CARLOS, MIGUEL, FERNANDO, HENRY, VICTORIA, FLOR.
- A MIS ASESORES: Dr. MANUEL RODRÍGUEZ ZEA, Dra. DORA CHANG, Dr. GUSTAVO TARACENA

CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	01
II. HIPÓTESIS.	02
III. OBJETIVOS	03
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	04
4.1 <i>Boophilus microplus</i>	04
4.1.1. Morfología	04
4.1.2. Ciclo biológico	04
4.2. Resistencia	05
4.2.1. Origen y desarrollo	05
4.2.1.1. Establecimiento	05
4.2.1.2. Dispersión	05
4.2.1.3. Emergencia	06
A. Resistencia por alteración	06
B. Resistencia de la penetración	06
C. Insensibilidad del sitio de acción al ixodicida	06
D. Resistencia metabólica	07
4.3. IXODICIDAS Y MECANISMO DE ACCIÓN	08
4.3.1. ORGANOFOSFORADOS	08
4.3.2. PIRETROIDES	09
4.3.3. AMIDINAS	11

4.4 DIAGNÓSTICO DE LA RESISTENCIA A IXODICIDAS	12
V. MATERIALES Y MÉTODOS	13
5.1. MATERIALES	13
5.1.1 RECURSOS HUMANOS	13
5.1.2 RECURSOS DE LABORATORIO	13
5.1.3 RECURSOS DE CAMPO	14
5.1.4 RECURSOS BIOLÓGICOS	14
5.1.5 CENTROS DE REFERENCIA	14
5.2 MÉTODOS	15
5.3 INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	17
5.3.1 Análisis Estadístico	17
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
VII. CONCLUSIONES	19
VIII. RECOMENDACIONES	20
IX. RESUMEN	21
X. BIBLIOGRAFÍA	22
XI. ANEXOS	25

I. INTRODUCCIÓN.

Las ganaderías en Guatemala, año con año se ven afectadas económicamente por cuantiosas pérdidas, como lo son la ganancia de peso, lesiones en los cueros y muerte de los animales afectados. Algunas tienen que ver directamente con enfermedades que afectan a los animales, causándoles baja en la producción y en casos extremos la muerte. Existen otras de carácter indirecto, tal como son los gastos exagerados en que se incurre en el tratamiento de las mismas. Dentro de esas enfermedades, cabe mencionar una muy importante, que es la Garrapatoxis, contra la que año con año, se invierten sumas muy elevadas de dinero, muchas veces sin obtener resultados positivos; ésto, debido a factores tales como: mala administración del producto, productos ineficaces o peor aún, la resistencia por parte de la garrapata contra estos principios activos.

Este último factor, es de suma importancia, ya que tiene gran impacto sobre la economía de la explotación, al no ejercerse control sobre las garrapatas que poseen esta característica.

Es por ello, que este estudio pretende evaluar el grado de resistencia de las garrapatas contra varios ixodicidas comúnmente utilizados en 15 fincas de San Antonio Suchitepéquez.

II. HIPÓTESIS.

Las garrapatas Boophilus microplus, que parasitan a los bovinos de las fincas situadas en el municipio de San Antonio, Suchitepéquez, no presentan resistencia a los compuestos organofosforados, piretroides o amidinas.

III. OBJETIVOS.

3.1 GENERAL.

- Aportar información sobre el uso de ixodicidas (organofosforado, piretroide y amitraz) en el control de garrapatoxis en ganado bovino, evaluando el grado de resistencia de la garrapata Boophilus microplus a los productos mencionados.

3.2 ESPECIFICOS.

- Determinar el porcentaje de ovipostura de garrapatas Boophilus microplus, a través de la técnica de inmersión de adultas, administrando tres ixodicidas, a la dosis comercial recomendada.
- Evaluar la eficiencia y la eficacia en base al grado de resistencia de la garrapata Boophilus microplus, de tres ixodicidas comerciales, organofosforado, piretroide y amitraz en 15 fincas del municipio de San Antonio departamento de Suchitepéquez.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 *Boophilus microplus*

4.1.1 **Morfología :**

Es la garrapata tropical del ganado vacuno. El hospedador primario es el ganado vacuno, pero también se ha encontrado en caballos, cabras, ovejas y ciervos. Es una garrapata de un solo hospedador. Machos de 3 a 4 mm. Hembras de 10 a 12 mm. Posee ojos. Hipostoma corto. En las hembras falta el surco anal. Los machos poseen dos pares de placas anales y un apéndice caudal. Los apéndices de la primera cadena no son tan largos como los de *Rhipicephalus*, y las placas estigmáticas son casi circulares.(17).

4.1.2. **Ciclo biológico:**

Su ciclo parasitario dura entre 19-25 días, cuando las hembras se desprenden a colocar sus huevos en el suelo (cada garrapata puede producir hasta 3000 huevos). Luego de un mes aparecen las larvas (con tres pares de patas), las que se ubican sobre el borde del pasto en masas de miles de individuos que tienen el tamaño de la punta de un alfiler. Luego de una semana de alimentarse sobre el bovino (cuando son prácticamente indetectables) mudan al estadio de ninfa (con cuatro pares de patas), las cuales ya es posible observar como pequeños granos de color entre gris – azul oscuro de 1 – 2 mm de tamaño, las que luego de una semana mudan a adultos; después de una semana adicional sobre el animal, la garrapata hembra engurgitada alcanza un tamaño hasta de 8 mm y está lista para desprenderse y ovipositar. (16,17).

4.2 Resistencia

4.2.1 Origen y desarrollo

Entre los problemas más importantes a los que se ha enfrentado el combate químico de las garrapatas es el desarrollo de la resistencia a los ixodicidas, como ha ocurrido en casi todos los países en donde se han usado por largos períodos. Es decir, que en la mayoría de los casos, estos productos propiciaron alteraciones en las garrapatas que conducen a través del fenómeno de selección genética, a una adaptación que les permite sobrevivir bajo las nuevas condiciones artificiales impuestas. Este fenómeno ha sido denominado en términos mundialmente aceptados como resistencia, y se define como, la capacidad adquirida por la fracción poblacional de una especie parásita que le permite sobrevivir a concentraciones de algunos productos que son capaces de eliminar al resto de la población normal, esta capacidad es transmitida a la siguiente generación (6,18).

Se han identificado tres fases en el desarrollo de la resistencia a ixodicidas que son:

4.2.1.1 **Establecimiento:** Ocurre mediante un mecanismo de pre-adaptación, por lo regular a través de mutaciones naturales e independientes de procesos de selección, manifestándose por una tasa proporcional al tamaño de la población. La introducción del alelo resistente, proviene de una sub-población en la que se encuentre ya establecido, puede obviar esta fase y dar lugar a la siguiente.

4.2.1.2 **Dispersión:** Ocurre mediante la sobrevivencia preferencial de individuos resistentes, al ser aplicados tratamientos ixodicidas. Asumiendo la predominancia del proceso de selección heterocigótico, esta fase tiene lugar en un período relativamente corto. En este el alelo se encuentra aún en baja preferencia y no son detectables las fallas en

la efectividad de los productos, llevándose a cabo la dispersión hacia localidades vecinas en forma desapercibida.

4.2.1.3 Emergencia: En ésta, el alelo resistente es lo suficientemente común para reducir la efectividad de los tratamientos. La selección homocigótica es importante, obteniéndose una tasa de selección muy alta y con una duración muy corta. Como consecuencia a la previa dispersión de los alelos resistentes, los ixodícidias dejan de ser efectivos gradualmente en la región de influencia (15).

La resistencia ha sido agrupada según el tipo de respuesta al plaguicida en cuatro categorías:

- A. Resistencia por alteración del comportamiento, donde la conducta del artrópodo se modifica y evita que el insecto se ponga en contacto con el compuesto tóxico.

- B. Resistencia de la penetración, donde la composición del exoesqueleto del artrópodo se modifica de tal forma, que retrasa la penetración del insecticida. Este mecanismo solo ha sido reportado en B. microplus, en la cepa “Malchi” mantenida en el laboratorio y en otras cepas resistentes al DDT y PS (12).

- C. Insensibilidad del sitio de acción al ixodícidias, donde las cepas resistentes los sitios blanco, como canales de sodio y la acetilcolinesterasa, presentan modificaciones en el sitio de unión o en las propiedades catalíticas, lo cual se traduce en una reducida sensibilidad de la enzima blanco a la inhibición del insecticida. Junto con la sensibilidad reducida se encontró una reactividad reducida de la AChE hacia el sustrato normal acetilcolina.

D. Resistencia metabólica. Las enzimas de los artrópodos se modifican de tal forma que anula el efecto del compuesto toxico. Las formas más importantes a la resistencia metabólica involucra oxidasas multifactoriales (OFM), glucati6n-s-transferasas y esterases en el caso de piretroides.

Los factores que influyen en la proporci6n de la evoluci6n de la resistencia est6n agrupados en tres categorías: genética, biológica/ecológica, operacional. En la primera se encuentran con frecuencia, número, dominancia, penetraci6n, expresividad e interacci6n de alelos resistentes, selecci6n previa por otros químicos, extensi6n de la integraci6n del genoma resistente por factores oportunistas. En la segunda se encuentra la renovaci6n de la generaci6n, progeñe por generaci6n, monogamia, poligamia, partenogéñesis, movilidad, migraci6n, monofagia, polifagia, supervivencia fortuita, refugio. La tercera, se subdivide en química y de aplicaci6n, encontr6ndose la naturaleza química del pesticida, relaci6n con químicos de uso reciente, persistencia de residuos, formulaci6n y umbral de aplicaci6n, umbral de selecci6n, estadio de vida seleccionado, modo de aplicaci6n, etc. **(11,19).**

4.3 IXODICIDAS Y MECANISMO DE ACCIÓN.

4.3.1 ORGANOFOSFORADOS:

Este grupo de fármacos provoca sus acciones farmacológicas a través de la inhibición irreversible de la enzima acetil colinesterasa (ACe), lo que conduce al bloqueo de la hidrólisis de la Acetilcolina(ACh) en sitios de transmisión colinérgica.

Al igual que en los mamíferos, la acetilcolinesterasa tiene dos lugares de fijación en su centro activo: un sitio aniónico formado por un grupo carboxilo ionizado que se define enlaces electrovalentes con el punto catiónico de la ACh, y un sitio esterásico que se une a la posición correspondiente al ácido de la ACh.

Algunos de los compuestos organofosforados (COF) reaccionan únicamente y de manera estable e irreversible con el sitio esterásico de la acetilcolinesterasa; otros se ligan a ambos sitios activos de esta enzima. De esta manera la ACh no degradada provoca la excitación en las sinapsis dependientes de estimulación colinérgica, donde el neurotransmisor liberado provoca hiperexcitabilidad seguida de incoordinación y muerte.

Los COF son muy liposolubles y se absorben muy fácilmente a través de la piel, con una amplia distribución tisular, especialmente en el tejido adiposo. Este grupo de compuestos se metaboliza en el hígado por oxidación, siendo eliminados principalmente por la orina (20).

Los organofosforados reúnen ciertas características que los hacen eficaces, como lo son: Baja toxicidad para los mamíferos ya que generalmente suelen metabolizarse y eliminarse rápidamente del organismo, degradándose en el ambiente a metabolitos inofensivos con gran rapidez, además de poseer buena estabilidad química cuando son usados en baños de inmersión (1). Todos los representantes de este grupo son derivados del ácido fosfórico por lo cual se les aplicó esta denominación general, caracterizados además por un mecanismo de acción similar. La toxicidad de los compuestos organofosforados va a depender de que en su fórmula estructural contengan la forma "tio" o la forma "oxo". Esto significa que algunos organofosforados contengan la forma "tio" (P=S), pero al

penetrar al organismo generalmente se oxidan convirtiéndose mediante la reacción con oxidasas de reacción mixta, conocida como desulfuración oxidativa en compuestos más tóxicos (P=O), o sea que hay una activación del producto (6). Como eficientes ixodicidas de contacto, los organofosforados penetran rápidamente a través de la cutícula de la garrapata, siendo el tipo de solvente utilizado, uno de los factores que pueden hacer variar la capacidad de penetración y la actividad del ingrediente activo.

Este grupo de compuestos basa su acción tóxica en la capacidad que tienen para inhibir el complejo enzimático acetilcolinesterasa, la cual hidroliza a la acetilcolina.

La acetilcolina es un importante neurotransmisor localizado en las terminaciones nerviosas. Cuando un impulso cesa ocurre una hidrólisis del exceso de ésta por la acción de la acetilcolinesterasa, transformando, el sustrato en productos inactivos, colina libre y acetato. La acetilcolinesterasa contiene dos sitios activos de reacción principales que son el esterásico y el aniónico (6).

Cuando existe la intoxicación por un compuesto organofosforado la enzima fosforilada es incapaz de llevar a cabo la reacción de transformación del sustrato natural y debido a esto, la acetilcolina queda acumulada causando un paso repetitivo de los impulsos nerviosos lo que conduce a una inestabilidad del sistema nervioso, llevando consigo efectos colaterales adversos sobre la fisiología del organismo. Esto ocurre tanto en mamíferos como en insectos, y en el caso de garrapatas *Boophilus spp.* también ha sido confirmado (7).

4.3.2 PIRETROIDES

Estos compuestos son liposolubles, lo que les facilita su ingreso al artrópodo, fundamentalmente a través de la cutícula.

El mecanismo de acción consiste básicamente en una alteración del funcionamiento del sistema nervioso por el compromiso de la conducción iónica a través de las membranas neuronales. En ese mecanismo se reconocen los siguientes cambios:

- En la sinapsis, en particular los piretroides del tipo II, se fijan a una o más fracciones del receptor GABA y del canal ionóforo del Cl⁻. Determinando el cierre del mismo. Por esta acción antagonista del GABA, que actúa como neurotransmisor inhibitorio, se observa hiperexcitabilidad y parálisis, con la consecuente acción de volteo y muerte del parásito.
- Tanto los piretroides de tipo I como los de tipo II tienen la capacidad de unirse en forma irreversible y estereoespecífica a receptores ubicados en los canales reoespecífica a receptores ubicados en los canales axonales de sodio, provocando un retraso en el cierre de los mismos y aumentando la entrada de este ion con descargas repetidas. Esto conduce a hiperexcitación y parálisis, siendo este proceso más potente con los piretroides del tipo II.
- Ambos tipos de piretroides tienen capacidad inhibitoria sobre los receptores colinérgicos nicotínicos alternando el flujo de iones, lo que conduce a una parálisis periférica tanto en los artrópodos como en los mamíferos.(20)

Estos son de baja toxicidad para los mamíferos, casi nula la acumulación en el ambiente y gran utilidad en el combate de parásitos. Estos principios poseen en su forma fórmula estructural dos ácidos y dos alcoholes. Los ácidos son el crisantémico y pirétrico y los alcoholes son la piretrolona y la sinerolona. Esto debido a que fueron sintetizados a partir del polvo de flores secas del *Chrysanthemum coccineum* y el *C. cinerariaefolium* que son el principio activo de los piretroides (9).

Los mecanismos de acción de los compuestos piretroides actúan a nivel del sistema nervioso central y periférico, presentándose en primer lugar una fase de intensa agitación, seguida muy rápidamente de una parálisis general en el organismo blanco, dando lugar a un efecto de choque o también conocido como efecto de derribe (knock down) y posteriormente un efecto de mortalidad o Killing (13).

4.3.3 AMIDINAS

Estos compuestos actúan como agonista de los receptores octopaminérgicos de los artrópodos. Principalmente ácaros y garrapatas. La octopamina (OPM) es un neurotransmisor primario en artrópodos que actúa en un nivel tanto presináptico como postsináptico en el sistema nervioso central y periférico modulando la excitabilidad muscular. La acción agonista del amitraz en los receptores OPM 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 OPM, es más persistente que la del propio neurotransmisor. La acción letal del amitraz es potenciada por la aparición de un metabolito desmetilado que es mucho más potente que el fármaco madre; este último, y según lo observado en las garrapatas, se degrada rápidamente y da origen a este metabolito activo, que sería el responsable final de la actividad letal del amitraz. De manera complementaria, las formamidinas en general y el amitraz en particular, inhiben las prostaglandinas que intervienen en el proceso de la alimentación, por iniciación y mantenimiento de la lesión en el huésped. Como la OPM 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. Debido a su inestabilidad en medios ácidos, no se aconseja la administración oral del amitraz. Su biotransformación se produce en el hígado y sus metabolitos son excretados por orina y bilis; puede existir absorción percutánea, siendo ésta directamente proporcional a las lesiones que existan en la piel. Dentro de las características de la respuesta biológica a las amidinas se ha observado en dosis de campo, que no hay un verdadero efecto ovicida con insectos y ácaros debido a que se presenta un desarrollo embrionario normal después de la exposición, es decir, no existe una diferencia cuando la exposición del producto ocurre en un estadio de desarrollo embrionario precoz o tardío en el huevo, lo que indica que la embriogénesis no es un importante sitio de blanco. No obstante, se ha demostrado un efecto potente que evita eclosión del huevo. Otros aspectos relacionados con

la reproducción se caracterizan por la reducción del número de huevos ovipositados y su viabilidad **(8,20)**.

El amitraz es un ixodicida de contacto con amplia acción residual que proporciona un excelente control de ectoparásitos en los bovinos. Es efectivo contra todas las etapas parasíticas de las garrapatas, piojos y ácaros de la sarna **(2)**.

Su modo de acción implica la interferencia en los procesos metabólicos de las garrapatas y se caracteriza por inhibición del sistema enzimático monoamino oxidasa. La inhibición de esta enzima provoca un estímulo ocasionando la separación del aparato bucal del animal parasitado; se presenta una rápida parálisis de la musculatura, una incapacidad para digerir proteínas sanguíneas y finalmente un bloqueo en el desarrollo de los ovarios que causa la muerte **(10)**.

4.4 DIAGNÓSTICO DE LA RESISTENCIA A IXODICIDAS

En la actualidad existen varias técnicas para realizar el diagnóstico de la resistencia a los ixodicidas, pero una de las más utilizadas es la Inmersión de adultas (Adult immersion test aprobado por FAO). La técnica consiste en la inmersión de las garrapatas en diferentes ixodicidas, después de un tiempo se sacan y se secan del excedente que tengan, luego se ponen a incubar por un tiempo dispuesto. Al concluir este tiempo se observan las garrapatas que hayan ovipositado las cuales se consideran resistentes y las que no ovipositen serán sensibles **(3)**.

D. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. MATERIALES

5.1.1. RECURSOS HUMANOS.

- Estudiante que realiza la investigación
- Asesores profesionales de los departamentos de Parasitología y Farmacología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos Guatemala
- Propietarios de las fincas y trabajadores de las mismas.
- Técnico de Laboratorio de parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

5.1.2. RECURSOS DE LABORATORIO

- Cajas petri de vidrio.
- Cinta adhesiva.
- Incubadora.
- Un litro de Triclorfón emulsificante (Organofosforado).
- Un litro de Flumetrina emulsificante (Piretroide).
- Un litro de Amitraz emulsificable (Amidina).
- Agua.
- Cuatro Pipetas de 1ml.
- Cuatro Pipetas de 5ml.
- Tres Beakers de un litro.
- Cuatro probetas de 100ml.
- Guantes de látex.
- Cuatro coladores.
- Una calculadora.
- Bandeja de acero inoxidable.
- Un Timer.

- Un Estereoscopio.
- Un Rollo de Papel Toalla.
- Pipeteador.
- Homogenizador magnético de platina metálica.
- Vasos plásticos.

5.1.3. RECURSOS DE CAMPO.

- Quince frascos de vidrio con rosca de 500ml.
- Cinta adhesiva.
- Pinzas.
- Lapicero.
- Lazos.
- Ternillera.
- Vehículo.
- Combustible.
- Hielera.
- Hielo.

5.1.4. RECURSOS BIOLÓGICOS.

- Seiscientas Garrapatas Hembras adultas.
- Bovinos que tengan garrapatas.

5.1.5 CENTROS DE REFERENCIA.

- Biblioteca de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- Biblioteca personal del investigador.
- Biblioteca del Departamento de Parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

5.2. MÉTODOS.

Utilizando el método de muestreo por conveniencia en 15 fincas de San Antonio Suchitepéquez , en cada una de ellas se obtuvieron 40 garrapatas hembras Boophilus microplus distribuyéndolas en forma aleatoria, 10 garrapatas para cada tratamiento, con lo que obtuvimos un total de 600 garrapatas para cada tratamiento.

- Los tratamientos fueron los siguientes:
 - Tratamiento 1. Flumetrina emulsificante.
 - Tratamiento 2. Amitraz emulsificante.
 - Tratamiento 3. Triclorfón emulsificante.
 - Tratamiento 4. Agua. (Control).
- Se diluyeron los ixodicidas a las dosis discriminantes (DD) recomendadas así:
 - Tratamiento 1.
 - Flumetrina emulsificante a 75g/lt. Para realizar la DD, adicionar 1 ml de flumetrina en 9 ml de agua en un vaso de 10 ml y agitar. Tomar 1 ml de éste y adicionar 99 ml de agua en un vaso de 100 ml y agitar.
 - Tratamiento 2.
 - Amitraz emulsificable 125g/lt. Para realizar la DD, adicionar 2 ml de amitraz en 98 ml de agua en un vaso de 100 ml y agitar.
 - Tratamiento 3.
 - Triclorfón emulsificante 20g/lt. Para realizar la DD, adicionar 1 ml en 99 ml de agua en un vaso de 100 ml y agitar.(5)
 - Tratamiento 4.
 - Agua. Adicionar 100 ml de agua en un vaso.
- Se adicionó 20 ml de los ixodicidas preparados en vasos de plástico colocando en el interior un imán y éstos sobre un agitador magnético para obtener un homogenizado correcto. En otro vaso se colocaron 20 ml de agua para el grupo control. Los vasos de todos los grupos fueron identificados adecuadamente. Las garrapatas repletas fueron recolectadas por la mañana, para realizar esta prueba.

- Se usaron hembras completamente engurgitadas limpias y en buenas condiciones, las que fueron tomadas del ganado el mismo día de la prueba. Las hembras fueron separadas en grupos de 10 garrapatas y el tamaño de ellas en cada grupo fue aproximadamente el mismo (o lo más similar posible).

- Se colocaron 10 hembras en cada vaso conteniendo los insecticidas y el agua como control.

- Se realizó la inmersión de las garrapatas en el ixodida por 30 minutos. Los vasos con las garrapatas permanecieron en agitación. Todos los recipientes con el ixodida y las garrapatas se colocaron sobre un agitador o platina magnética el tiempo estipulado.

- Después de los 30 minutos las garrapatas se extrajeron de la solución ixodida con la ayuda de un colador y se eliminó el exceso del producto con papel toalla.

- Se adhirieron las garrapatas dorsalmente en una cinta adhesiva dentro de una caja petri y cada una, en diferente dirección.

- Se incubaron las cajas petri a 25 – 30 grados centígrados y 80 – 90 % de humedad relativa, por 7 días.

- Después del tiempo dispuesto, se realizó el conteo del número de garrapatas que ovipositaron. En la masa de huevos, es importante observar si ésta fue pequeña o grande.

5.3. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Se revisaron las cajas petri conteniendo garrapatas del grupo control y los experimentales a los 7 días postratamiento. Las garrapatas que fueron tratadas y ovipositaron fueron consideradas como resistentes, mientras que las hembras que no ovipositaron fueron susceptibles al ixodicida (3,4).

5.3.1. Análisis Estadístico:

Diseño estadístico: Se realizó un diseño completamente al azar, con 4 tratamientos.

La unidad experimental fue la garrapata de la especie Boophilus microplus.

La variable a medir fue la capacidad de ovipositar posteriormente al tratamiento.

El porcentaje de resistencia fue calculado como:

$$\frac{\text{Número de garrapatas tratadas que ovipositaron}}{\text{Número de garrapatas no tratadas (agua) que ovipositaron}} \times 100$$

Para determinar si hay diferencia significativa en la variable grado de resistencia entre los ixodicidas, se realizara la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis, con ello determinaremos la eficiencia y la eficacia de los ixodicidas (14).

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

De las quince fincas tratadas con los tres diferentes ixodicidas, se logró comprobar por medio de la prueba de Kruskal Wallis (ANEXO 2) que el menor porcentaje de ovipostura se obtuvo con el amitraz (26%) seguido del organofosforado (51%) y por último de el piretroide(55%).(ANEXO 3).

De lo anterior se desprende, que el uso indiscriminado de los ixodicidas, en subdosificaciones y la mala aplicación de los productos ha estimulado el desarrollo del gen de resistencia a los ixodicidas comerciales mas comúnmente utilizados en Guatemala, en la garrapata Boophilus microplus.

A pesar de existir resistencia en contra de los ixodicidas organofosforado y piretroide, en algunas de las fincas , pueden seguir siendo utilizados los mismos ya que todavía demuestran efectividad en contra de estos ácaros macroscópicos como se comprueba en la tabla 1 (ANEXO 1) en que el organofosforado funciona bien en las fincas 8 y 14 y el piretroide en las fincas 1, 5, 7. Por el contrario, en esas fincas particulares se comprueba que el amitraz ha formado cierto nivel de resistencia por lo cual no se recomienda su uso. (ANEXO 1).

A pesar de que para la finca 7 el amitraz no presenta resistencia por las garrapatas, se recomienda el piretroide u organofosforado, ya que en el primero no hay resistencia y en el segundo hay un 10% de resistencia. Para la finca 9 el piretroide tiene un 10 %, el organofosforado 20 % de resistencia. Por lo que en base a costos cualquiera de los dos productos pueden ser utilizados por el productor. (ANEXO 1).

Considerando que un 30% de resistencia por la garrapata Boophilus microplus a los ixodicidas aún es aceptable, se puede recomendar en base a costos que las fincas 2, 6, 7, 8 y 14 se puede utilizar a un el compuesto organofosforado y en las fincas 1, 4, 5, 7, 8, 9, se puede utilizar el compuesto piretroide, a criterio de los propietarios. (ANEXO 1).

VII. CONCLUSIONES.

1. Si existe resistencia en mayor o menor grado por parte de la Garrapata Boophilus microplus, en las quince fincas del municipio de San Antonio del departamento de Suchitepéques a los tres diferentes ixodicidas evaluados.
2. Se pudo observar que el amitraz fue el que menos resistencia presentó, con un 26%, a diferencia del organofosforado con 51% y el piretroide con 55%.
3. A pesar de que el organofosforado y el piretroide fueron los que mayor porcentaje de ovipostura presentaron, en algunas de las fincas evaluadas aún se pueden usar, ya que presentaron un porcentaje de ovipostura en las mismas fue bajo.
4. Es recomendable utilizar en algunas de las explotaciones ganaderas organofosforados y piretroides por presentar efectividad contra la garrapata Boophilus microplus y es de menor costo en comparación con el amitraz.

VIII. RECOMENDACIONES.

1. Antes de aplicar un ixodicida en una explotación pecuaria, es necesario verificar la presencia de resistencia y seleccionar el producto más eficaz contra las garrapatas presentes en el medio.
2. Realizar nuevos estudios en diferentes partes del país para poder determinar la resistencia a los ixodicidas a nivel nacional y así conocer qué producto se debe de recomendar en cada explotación ganadera.
3. Divulgar el presente trabajo en aquellas instituciones en las cuales se interesen en la sanidad animal, para que a través de ellas, se pueda implementar esta técnica para determinar la resistencia de ixodicidas en las garrapatas , en beneficio de la producción animal.

IX. RESUMEN.

En el presente estudio de investigación, se realizó un muestreo aleatorio con la recolección de 600 garrapatas teleoginas de Boophilus microplus procedentes de 15 fincas del municipio de San Antonio del departamento de Suchitepéquez, Guatemala.

Con la obtención de las garrapatas se realizó la prueba de inmersión de adultas para determinar si se presentaba resistencia a los diferentes ixodicidas y la determinación del porcentaje de resistencia.

Los resultados obtenidos fueron: un porcentaje de ovipostura de 26% para el amitraz, 51% para el organofosforado y un 55% para el piretroide.

Con la obtención de estos resultados se puede recomendar la utilización de los mismos para cada uno de los productores visitados. Ya que aunque el amitraz tuvo el menor porcentaje de ovipostura, hubo algunas fincas que mostraron un bajo y hasta cero porcentaje de ovipostura con el organofosforado y el piretroide.

Por lo que cada explotación ganadera debe decidir dependiendo cual de los ixodicidas es el más efectivo, que no presente resistencia y tomar en cuenta el costo beneficio del tratamiento.

X. BIBLIOGRAFÍA.

1. Aguirre, JA. 1980. Alteraciones en la fisiología de hembras repletas de Boophilus microplus tratadas con tres ixodicidas organoforforados. Tesis Med. Vet. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de México. p 38-42.
2. Diehl, PA; Aeschlimann, A; Obenchain, FD. 1982. Tick reproduction oogenesis and oviposition. Physiology of Tick. Pergamon Press. México. p. 227-350.
3. Drummond, RO. 1967. evaluation of insecticides for the control of *B. annulatus* (Say.) and *B. microplus* (canestrini) (Acarina:Ixodidae) on cattle. Congr. Acarol. p 493-498.
4. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT) . 1999. Standardization of diagnostic test. Sub - group 2. Adult Immersion Test (ATI). The FAO working group and FAO/ industry contact group on parasite resistance. Embrapa-Gado De Leite. Juis Fora MG, Brazil. p 425.
5. Galindo, CO. 1997. Evaluación del amitraz, mediante bioensayos en laboratorio, establo y campo, sobre la garrapata Boophilus microplus (Can.1887)(Acarina:Ixodidae). Tesis Med. Vet. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma del estado de Morelos . México. p 24-28.
6. Georghiou, GP; Taylor, CE. 1977. Genetic and biological influences in the evolution of insecticide resistance. J. Econ. Entomol. p 319-323.

7. Kremlin, R. 1978. Pesticides, preparation and mode of actino. Wiley . US. p 68-96.
8. Nolan, J. 1981. Current developments en resistance to amidine and pyrethroid tickicides in Australia *In* : Tick biology and control. Eds. GB Whitehead; JD Gibson. Univ. Rhodes-Grahamstown South Africa. p. 109-114.
9. Roulston, WJ; Wharton, RH. 1967. Acaricide test on the Biarra strains of organophosphorus resistant cattle tick *Boophilus microplus* from Southern Quensland. Aust. Vet. p 129-34.
10. SARH (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos) 1993. Taktic (Amitraz). Boletín técnico México, D.F. p 4-18.
11. Schnitzerling, HJ; Nolan, J; Huges, S. 1983. Toxicology and metabolism of some synthetic pyrethroids in larvae of susceptible and resistant straint of the cattle tick B. microplus . Canada. p 64-72.
12. Sutherst, RW. 1979. El manejo de resistencia a acaricidas en la garrapata del Ganado B. microplus (acari-ixodidae) en Australia. p 519-537.
13. Tessier, J. 1983. Monogrp Deltamethrin, by Roussel UCLF. p 1- 4.
14. Wayne, D. 2002. Bioestadística, base para el análisis de las ciencias de la salud. Editorial Limusa Wiley, México. p 755.
15. Woodhman, CB; Gonzalez, OA; Lopez, LA.; Guereña, MR. 1983. Progresos en la erradicación de las garrapatas *Boophilus* en México 1960-1980. Rev. Mund. Zoot. p 18-24.

16. Alvarado Cruz, A. 2001. Ciclo Biológico de la Garrapata. (en línea). México. Consultado 5 ene. 2006. Disponible en <http://mx.geocities.com/tepahtiani/garrapatas.html>
17. Cruz, CV; Fragoso, S; García, ZV; Quiroz HR; Solís, S; Torres, B; Vega, M. 1991. Segundo Seminario Internacional de Parasitología Animal, Garrapatas y Enfermedades que se Transmiten. Oaxtepec. Morelos. México. p 225.
18. Departamento de Agricultura De Los Estados Unidos/ Servicios De Investigación Agrícola. 1965. Garrapatas de la Ganadería. Estados Unidos. p 181.
19. Cordovés, CO. 1997. Garrapato Controle ou Erradicacao. Editora Agropecuária. Brasil. p 176.
20. Botana, LM; Landoni, F; Jiménez. G. 2002. Farmacología y Terapéutica Veterinaria. España. p 505-516.

XI. ANEXOS

XI. ANEXOS.

ANEXO 1.

TABLA 1.

No. De garrapatas que ovipositarón

No. Finca	Fecha de Inmersión	Fecha de lectura	Testigo	Amitraz	Organofosforado	Piretroide
1	03/03/2006	18/04/2006	9	4	4	1
2	03/03/2006	18/04/2006	9	2	3	4
3	21/04/2006	02/05/2006	10	0	5	6
4	21/04/2006	02/05/2006	5	1	4	3
5	28/04/2006	08/05/2006	10	4	5	3
6	28/04/2006	08/05/2006	9	2	2	6
7	08/05/2006	23/05/2006	8	0	1	0
8	08/05/2006	23/05/2006	8	3	0	1
9	08/05/2006	23/05/2006	3	0	2	1
10	12/05/2006	23/05/2006	8	5	6	10
11	12/05/2006	23/05/2006	7	3	8	8
12	12/05/2006	23/05/2006	10	0	8	7
13	05/06/2006	19/06/2006	10	3	8	6
14	05/06/2006	19/06/2006	10	4	2	7
15	12/06/2006	19/06/2006	10	2	6	6
Total			126	33	64	69

ANEXO 2.
Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Columna1	Medias	D.E.	p
Columna2	Amitraz/ Ovipostura	2.20	1.70	<0.0001
Columna2	Organofosforado/ Ovip..	4.27	2.60	
Columna2	Piretroide/ Ovipostur..	4.60	3.00	
Columna2	Testigo/Ovipostura	8.40	2.06	
<hr/>				
Trat.	Ranks			
Amitraz/ Ovipostura	16.30	A	MENOR RESISTENCIA	
Organofosforado/ Ovip..	27.53	A	B	
Piretroide/ Ovipostur..	29.20	B		
Testigo/Ovipostura	48.97	C		
<i>Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0.05$)</i>				

ANEXO 3.



