

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE “MEDICINA VETERINARIA”



**“DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DE LAS
GARRPATAS *Rhipicephalus microplus* PROVENIENTES
DE BOVINOS DE LA ALDEA LAS LISAS, CHIQUIMULILLA,
SANTA ROSA A TRES DIFERENTES IXODICIDAS,
MEDIANTE LA TÉCNICA DE INMERSIÓN DE ADULTAS”**

MARÍA ANDREA GONZÁLEZ CORDÓN

Médica Veterinaria

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2012

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



**“DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DE LAS GARRAPATAS
Rhipicephalus microplus PROVENIENTES DE BOVINOS DE LA
ALDEA LAS LISAS, CHIQUIMULILLA, SANTA ROSA A TRES
DIFERENTES IXODICIDAS, MEDIANTE LA TÉCNICA DE INMERSIÓN
DE ADULTAS”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

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

POR

MARÍA ANDREA GONZÁLEZ CORDÓN

Al conferírsele el título profesional de

Médica Veterinaria

En el grado de Licenciado

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2012

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

DECANO: M. V. Leonidas Ávila Palma
SECRETARIO: M. V. Marco Vinicio García Urbina
VOCAL I: Lic. Sergio Amílcar Dávila Hidalgo
VOCAL II: M. V. MSc Dennis Sigfried Guerra Centeno
VOCAL III: M. V. Carlos Alberto Sánchez Flamenco
VOCAL IV: Br. Mercedes de los Ángeles Marroquín Godoy
VOCAL V: Br. Jean Paul Rivera Bustamante

ASESORES

**M.V. Ludwig Estuardo Figueroa
Hernández**
M.V. Carlos Enrique Camey Rodas
D.R.M.V. Hugo René Pérez Noriega

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 DE LA RESISTENCIA DE LAS GARRAPATAS *Rhipicephalus microplus* PROVENIENTES DE BOVINOS DE LA ALDEA LAS LISAS, CHIQUIMULILLA, SANTA ROSA A TRES DIFERENTES IXODICIDAS, MEDIANTE LA TÉCNICA DE INMERSIÓN DE ADULTAS”

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

Como requisito previo a optar al título profesional de:

MÉDICA VETERINARIA

DEDICATORIAS

A MI FAMILIA:

Por su apoyo incondicional.

A MIS ASESORES:

Por su apoyo y paciencia durante la elaboración de mi tesis.

AGRADECIMIENTOS

- A:** La Universidad de San Carlos de Guatemala, por ser mi casa de estudios.
- A:** La Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- A:** Dr. Carlos Camey, Dr. Hugo Pérez, Dr. Ludwig Figueroa por su asesoría, revisión y corrección de la presente investigación.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	HIPÓTESIS.....	3
III.	OBJETIVOS.....	4
	3.1 General.....	4
	3.2 Específicos.....	4
IV.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
	4.1 <i>Rhipicephalus microplus</i>	5
	4.1.1 Taxonomía.....	5
	4.1.2 Localización.....	5
	4.1.3 Huéspedes.....	6
	4.1.4 Características Morfológicas.....	6
	4.1.5 Ciclo biológico.....	6
	4.2 RESISTENCIA.....	8
	4.2.1 Origen y desarrollo.....	8
	4.2.1.1 Establecimiento.....	9
	4.2.1.2 Dispersión.....	9
	4.2.1.3 Emergencia.....	9
	4.3 AMIDINAS: Amitraz	11
	4.3.1 Mecanismo de Acción.....	11
	4.3.2 Sustancias activas de las amidinas.....	12
	4.3.3 Resistencia de los ectoparásitos a las amidina.....	13
	4.4 ORGANOFOSFORADOS: coumaphos.....	13
	4.4.1 Mecanismo de Acción.....	13
	4.4.2 Sustancias activas de los organofosforados.....	14

4.4.3 Resistencia de los ectoparásitos a los organofosforados.....	15
4.5 PIRETRINAS: cipermetrina.....	16
4.5.1 Mecanismo de Acción.....	16
4.5.2 Sustancias activas de los piretroides.....	17
4.5.3 Resistencia de los ectoparásitos a los piretroides.....	18
4.6 DIAGNÓSTICO DE LA RESISTENCIA A IXODICIDAS.....	18
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
5.1 MATERIALES.....	20
5.1.1 Recursos humanos.....	20
5.1.2 Recursos de laboratorio.....	20
5.1.3 Recursos de campo.....	21
5.1.4 Recursos biológicos.....	21
5.2 METODOLOGÍA.....	22
5.2.1 Área de estudio.....	22
5.2.2 Diseño estadístico del estudio.....	22
5.2.3 Criterios de inclusión de las garrapatas.....	22
5.2.4 Obtención de las garrapatas.....	22
5.2.5 Determinación de la resistencia de las garrapatas a los ixodicidas.....	23
5.2.6 Registros de resultados.....	25
5.2.7 Análisis de datos.....	25
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
VII. CONCLUSIONES.....	31
VIII. RECOMENDACIONES.....	32
IX. RESUMEN.....	33
SUMMARY.....	34
X. BIBLIOGRAFÍA.....	35
XI. ANEXOS.....	39

I. INTRODUCCIÓN

Las garrapatas y las enfermedades que transmiten son de los grandes problemas en medicina veterinaria a nivel mundial; la severidad depende de la región, especies involucradas, población de hospederos, situación socioeconómica y avance tecnológico en las medidas de control (Solís, 1991).

El principal método de control de *Rhipicephalus microplus* es la aplicación de ixodicidas (Fragoso et al. 1999; Redondo et al. 1999); sin embargo el control químico se ha vuelto ineficaz en algunas regiones debido a la aparición de garrapatas resistentes a estos productos. La resistencia de las garrapatas a los ixodicidas es una de las principales dificultades que afecta a los productores bovinos en el subtrópico y trópico, debido a que la disponibilidad de nuevos antiparasitarios es cada vez más escasa (Fragoso et al. 1999) y donde las garrapatas, especialmente *Rhipicephalus microplus* y los agentes que transmiten, afectan los ingresos netos en la producción. El efecto directo en el animal es el daño a las pieles por acción de las picaduras, pérdida de sangre y disminución de parámetros productivos (Sutherst, 1983), mientras que el efecto indirecto está dado por los agentes etiológicos que transmiten las garrapatas, produciendo una baja en el rendimiento de los animales, además de los gastos en que se incurren al tratar (ixodicidas) (Cen et al. 1998).

En la zona Sur Oriental del país específicamente en la aldea Las Lisas, Chiquimulilla, Santa Rosa”, se sospecha de problemas de resistencia a ixodicidas, según productores de esa zona; sin embargo, no hay estudios que respalden dichas aseveraciones.

El presente estudio pretende determinar si las garrapatas *Rhipicephalus microplus* en bovinos presentan resistencia a los ixodicidas más utilizados en la región; se

seleccionaron para dicho estudio 3 diferentes ixodicidas: Amitraz (amidina), Coumaphos (organofosforado), y Cipermetrina (piretrina sintética) por ser los compuestos más comunes y accesibles económicamente para la mayoría de los productores no sólo en la Zona Sur Oriental, sino también para el resto del país.

II. HIPÓTESIS

- No existe resistencia a los ixodicidas Amitraz, Coumaphos, y Cipermetrina por las garrapatas *Rhipicephalus microplus* en bovinos de la aldea Las Lisas, Chiquimulilla, Santa Rosa.

III. OBJETIVOS

3.1 General:

- Generar información epidemiológica sobre la resistencia de *Rhipicephalus microplus* frente a tres diferentes ixodicidas (Amitraz, Coumaphos y Cipermetrina) para el control de las garrapatas *Rhipicephalus microplus* en la región Sur Oriental del país.

3.2 Específicos:

- Determinar el porcentaje de resistencia en base al proceso de ovipostura de las garrapatas *Rhipicephalus microplus* a través de la técnica de inmersión de adultas, administrando tres ixodicidas (Amitraz, Coumaphos y Cipermetrina), a la dosis comercial recomendada.
- Determinar si hay diferencia significativa en el porcentaje de resistencia entre los tres ixodicidas (Amitraz, Coumaphos y Cipermetrina), por las garrapatas *Rhipicephalus microplus*.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 *Rhipicephalus microplus*

4.1.1 Taxonomía:

Filo: *Artrópoda*
Clase: *Arácnida*
Orden: *Acarina*
Sub-orden: *Ixoidae*
Familia: *Ixodidae*
Género: *Rhipicephalus*
Especie: *microplus*
Nombre común: Garrapata del Ganado Tropical

Las garrapatas son ácaros cosmopolitas, ectoparásitos temporales obligados, de reptiles, aves y mamíferos (Cetrá, 2001; OIE, 2007).

4.1.2 Localización:

Rhipicephalus microplus se encuentra en diferentes regiones ganaderas del mundo ubicadas dentro de zonas templadas, subtropicales y tropicales; siendo bastante frecuente en las Islas del Caribe, las Antillas, Centro América y regiones de México y Sur América, también en Australia, África y las Regiones Orientales (Bruce & Diamant, 1965; OIE, 2007).

4.1.3 Huéspedes:

El huésped principal es el ganado doméstico, pero también se presenta en otros huéspedes como el perro, la cabra, el caballo y la oveja; rara vez el hombre, venado, león africano, ocelote, búfalo de agua de la India, canguro, cerdo y el wallaby (especie menor de canguro), mientras que en el conejo solo larvas se han encontrado (Bruce & Diamant, 1965; Cetrá, 2001; OIE, 2007).

4.1.4 Características Morfológicas:

Los palpos son bastante cortos y comprimidos, surcados dorsal y lateralmente. Dorsalmente la base del capítulo es hexagonal. Posee ojos, sin ornamentación. No tiene festones. La placa estigmatal o espiráculo es redondo u ovalado. El macho tiene escudos adanales y escudos accesorios. En la hembra el surco anal se encuentra atrofiado y en el macho es poco visible. El proceso caudal existe o está ausente en el macho (Bruce & Diamant, 1965).

Hembra: Los aguijones internos y externos de la Coxa No. I son mucho más redondos y anchos que largos. Los aguijones externos de las coxas No. II y III son más redondos y anchos que largos. La coxa No. IV puede o no presentar un aguijón muy pequeño (Bruce & Diamant, 1965).

Macho: Presenta un proceso caudal en la extremidad posterior del cuerpo (Bruce & Diamant, 1965).

4.1.5 Ciclo biológico:

El *Rhipicephalus microplus* es una garrapata de un solo huésped. El macho adulto recién emergido se alimenta durante varias horas y después se mueve sobre el huésped en busca de una pareja. La hembra adulta, aún cuando posee la capacidad de moverse,

generalmente se adhiere firmemente en espera de que la fecunden. De allí en adelante se alimentará con lentitud durante los primeros 5 días, acelerando con rapidez durante la fase final de la nutrición y hasta que se haya saciado por completo. A veces, el macho se mantiene en cópula durante varios días, o sea, hasta que la hembra ya nutrida se desprende del huésped. Se han visto casos en los cuales la cópula se ha efectuado fuera del huésped. El macho puede permanecer sobre el huésped durante un mes más y en este período puede fertilizar a otras hembras (Bruce & Diamant, 1965; Cetrá, 2001; OIE, 2007).

Dependiendo de la temperatura, la pre-oviposición puede durar entre 2 y 39 días. La puesta de los huevos, se ve influenciada por condiciones similares, por lo que puede completarse en 15 días o continuar a un nivel bajo durante 44 días. Dentro de un período que oscila entre 14 y 202 días, los huevos eclosionan en larvas y éstas se ven seriamente afectadas por la temperatura y la humedad, y son más vulnerables a las bajas temperaturas que los huevos. Las mayores eclosiones se producen a temperaturas entre 29°C y 35°C (Bruce & Diamant, 1965; Cetrá, 2001; OIE, 2007).

Un pequeño porcentaje de larvas recién emergidas se mantiene errante sobre el cuerpo del huésped durante 2 ó 3 días. Sin embargo, un número bastante mayor entierra sus piezas bucales en la piel del huésped después de sólo una hora de encontrarse sobre él (Bruce & Diamant, 1965; Cetrá, 2001; OIE, 2007).

La larva se alimenta de 4 a 19 días. Poco después de que su cuerpo se ensancha, las patas de la larva se tornan rígidas y ésta pierde su movilidad. La muda puede ocurrir a los seis días de haberse adherido. En el estado de vida libre y en la presencia de suficiente humedad, la larva puede vivir sin nutrición durante 184 días (Bruce & Diamant, 1965; Cetrá, 2001; OIE, 2007).

La ninfa joven puede, ya sea adherirse de nuevo cerca de su anterior cutícula larval o puede trasladarse a los ijares, el abdomen o en la ubre con el propósito de alimentarse. La ninfa pierde la movilidad cuando se encuentra completamente nutrida. Puede mudar con rapidez, a sólo 8 días de haberse adherido. Las ninfas suelen encontrarse en compañía de adultos (Bruce & Diamant, 1965; Cetrá, 2001; OIE, 2007).

El período de vida parasítico, a partir del momento en que se adhiere siendo larva hasta aquel en el cual se desprende como hembra adulta ya nutrida, oscila entre 18 y 38 días, pero por lo general, es de 23 (anexo 1y 2). En el África, el período de vida parasítico más largo que ha sido reportado, oscila entre 35 y 149 días. El período de vida no parasítico, desde que la hembra ya nutrida se desprende, hasta que se muere la última larva, varía entre 89 y 251 días (Bruce & Diamant, 1965; Cetrá, 2001; OIE, 2007).

El ciclo de vida completo, incluyendo el desarrollo parasítico y el no parasítico, puede complementarse en un período que oscila entre 41 y 300 días (Bruce & Diamant, 1965; Cetrá, 2001; OIE, 2007).

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 (Georghiou & Taylor, 1977).

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 (Woodhman et al. 1983).

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 (Woodhman et al. 1983).

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 ixodicidas dejan de ser efectivos gradualmente en la región de influencia (Woodhman et al. 1983).

De acuerdo al tipo de respuesta al plaguicida la resistencia ha sido agrupada en cuatro categorías:

- A. Resistencia por alteración del comportamiento. Es cuando el insecto modifica su conducta para evitar el contacto con el insecticida (Cordovés, 1997).

- B. Resistencia de la penetración. Es una modificación del exoesqueleto del insecto para inhibir o retardar la penetración del químico, y que en general tiene que ver con la concentración de lípidos que facilitan o retardan la penetración del pesticida a través de esta estructura (Cordovés, 1997).

- C. Insensibilidad del sitio de acción al ixodicida. Es la modificación del sitio de acción del insecticida para disminuir la sensibilidad del químico (Cordovés, 1997).

- D. Resistencia metabólica. Es la detoxificación del insecticida por procesos enzimáticos que radica en la modificación de las vías metabólicas del insecto. Las formas más importantes de resistencia metabólica involucran oxidasas multifuncionales, glutatión –S- transferasa y esterases (Cordovés, 1997).

Los factores que influyen en la proporción de la evolución de la resistencia están agrupados en tres categorías: genética, biológica/ecológica, y operacional. En la primera se encuentran con frecuencia el número, dominancia, penetración, expresividad e

interacción de alelos resistentes, selección previa por otros químicos, y extensión de la integración del genoma resistente por factores oportunistas. En la segunda se encuentra la renovación de la generación, progenie por generación, monogamia, poligamia, partenogénesis, movilidad, migración, supervivencia fortuita, y refugio. La tercera se subdivide en química y de aplicación, encontrándose en la misma la naturaleza química del pesticida, la relación con químicos de uso reciente, persistencia de residuos, formulación y umbral de aplicación, umbral de selección, estadio de vida seleccionado y modo de aplicación (Schnitzerling et al. 1983; Cordovés, 1997).

4.3 AMIDINAS: Amitraz

Las **amidinas** (o formamidinas) son una clase especial de sustancias activas con actividad de **contacto** sobre todo contra garrapatas, ácaros y piojos. Su actividad insecticida se descubrió en los años sesenta del siglo XX (Junquera, 2009).

La sustancia activa principal de esta clase es el **amitraz** que se sigue usando abundantemente hoy en día en la ganadería, sobre todo contra garrapatas y ácaros en bovinos, ovinos y porcinos. Otra amidina usada como garrapaticida pero mucho menos utilizada es el **cymiazol** (Gutiérrez, 2006; Junquera, 2009).

4.3.1 Mecanismo de acción

Las amidinas son antagonistas de los receptores de la octopamina en el cerebro de los parásitos: provocan hiperexcitabilidad y seguidamente parálisis y muerte. La excitación hace también que las garrapatas no logren fijarse al hospedador para chupar sangre. También poseen un cierto efecto repelente lo que hace que muchas garrapatas se desprendan del hospedador antes de morir (Gutiérrez, 2006; Junquera, 2009).

El amitraz ejerce su acción desde el primer día en un 95%, y para el segundo día después del baño los animales se encuentran limpios de garrapatas (Gutiérrez, 2006).

Actúan sobre los parásitos fundamentalmente por **contacto**. No son eficaces contra los dípteros (moscas, mosquitos, etc.) ni contra las gusaneras y miasis causadas por sus larvas. Esto hace que, si hay problemas serios de moscas y garrapatas al mismo tiempo, el ganado tenga que ser tratado además con un mosquicida (Gutiérrez, 2006).

En los mamíferos, el amitraz inhibe la acción de la enzima monoamino oxidasa, afectando la transmisión de fibras nerviosas adrenérgicas e interfiriendo en el metabolismo de las catecolaminas (Gutiérrez, 2006).

Se ha descrito que el amitraz puede también estar involucrado en la inhibición de la síntesis de prostaglandinas E2 y tiene un efecto depresor sobre el Sistema Nervioso Central que puede estar relacionado con su solvente, el xileno (Gutiérrez, 2006).

4.3.2 Sustancias activas de las amidinas

Las amidinas más usadas en la ganadería son las siguientes:

- *Amitraz* 650*

- *Cymiazol* 725*

* LD50 oral agudo ratas en mg/kg usando agua como vehículo: indicador de la toxicidad; cuanto menor la cifra, tanto más tóxico (Junquera, 2009).

Un inconveniente del **amitraz** es que es **inestable en los bañaderos de inmersión** y debe ser estabilizado con cal apagada, o bien, tras su uso se ha de

recargar el baño como si tratase de la carga inicial. El **amitraz** se emplea también en agricultura (Junquera, 2009).

4.3.3 Resistencia de los ectoparásitos a las amidinas

Hay poblaciones de **garrapatas** *Rhipicephalus microplus* resistentes al **amitraz**, sobre todo en Australia, pero también son cada vez más numerosas en América Latina donde, las amidinas se usaron relativamente poco y fueron substituidas pronto por los piretroides. Esto hace que en estas regiones la resistencia al amitraz esté menos extendida que contra los organofosforados o los piretroides (Junquera, 2009).

Además, al tener un mecanismo de acción diferente que los organofosforados, carbamatos, piretroides y endectocidas no tienen resistencia cruzada con estas otras clases químicas empleadas en la ganadería (Junquera, 2009).

4.4 ORGANOFOSFORADOS: Coumaphos

Los **organofosforados** son ésteres orgánicos del ácido fosfórico. Esta clase química ya se conocía desde el siglo XIX, y hacia 1930 se descubrieron algunos compuestos altamente tóxicos que se usaron como gases tóxicos para uso bélico. Los compuestos insecticidas útiles para la ganadería y la agricultura se descubrieron durante 1950 (Clark, 2002; Junquera, 2009).

4.4.1 Mecanismo de acción

Los organofosforados actúan sobre el sistema nervioso de los parásitos como **inhibidores de la colinesterasa**, una enzima implicada en la transmisión de los impulsos nerviosos. Se unen a esta enzima bloqueándola de modo

irreversible, lo que interrumpe completamente la transmisión de impulsos nerviosos en el parásito (Gunderson et al. 1992; Junquera, 2009).

Numerosos organofosforados tienen un **amplio espectro** de acción y actúan por **contacto**, tanto contra los adultos, como contra los estadios inmaduros de moscas, garrapatas, ácaros y piojos y otros ectoparásitos, así como contra las larvas de los dípteros que producen los varios tipos de miasis y gusaneras. Hay también organofosforados de espectro más restringido, otros que actúan por vía **oral**, otros con efecto **sistémico**, etc (Holstege & Baer, 2004; Junquera, 2009).

El **poder residual** es muy variable para cada compuesto y depende mucho del hospedador sobre el que se aplica y del parásito en cuestión. Algunos organofosforados son muy volátiles con apenas unos días de poder residual (p. ej. el *diclorvos*). Otros, aplicados en ovinos, se depositan en la grasa de la lana y pueden permanecer activos contra los parásitos durante semanas e incluso meses (p.ej. el **diazinón** contra las gusaneras por *Lucilia cuprina* y *Lucilia sericata*) (Junquera, 2009).

4.4.2 Sustancias activas de los organofosforados

Entre los organofosforados más utilizados en el ganado se pueden mencionar los siguientes:

<i>Clorfenvinfos:</i>	30 *
<i>Coumaphos:</i>	13-41*
<i>Diazinón:</i>	300-400*
<i>Diclorvos:</i>	25-80*
<i>Dimetoato:</i>	180-330*
<i>Malathion:</i>	290*
<i>Parathion:</i>	2-30*

<i>Phoxim:</i>	>1000*
<i>Propetanfos:</i>	75-119*
<i>Triclorfón:</i>	630*

* LD50 oral agudo ratas en mg/kg usando agua como vehículo: indicador de la toxicidad; cuanto menor la cifra, tanto más tóxico. (Junquera, 2009).

Los organofosforados se comercializan sobre todo en forma de concentrados a diluir antes del uso tales como **líquidos emulsionables** (EC) o **polvos mojables** (WP), muy empleados aún en la ganadería para baños de inmersión y aspersion contra garrapatas, ácaros, moscas y piojos. También hay numerosas productos listos para el uso como los “**pour-ons**” y “**spot-ons**” (Junquera, 2009).

4.4.3 Resistencia de los ectoparásitos a los organofosforados

La resistencia a los organofosforados está muy extendida en todo el mundo y afecta a muchas especies de parásitos externos del ganado y agrícolas. Los ectoparásitos más afectados son *Haematobia irritans*, *Musca domestica*, las **garrapatas** *Rhipicephalus*, *L. cuprina* y *L. sericata*, *Damalinia ovis* y *Dermanyssus gallinae* (Holstege & Baer, 2004; Junquera, 2009; Sungur & Guven, 2001).

La resistencia a los organofosforados suele ser de débil a moderada (comúnmente, factores de resistencia <100) (Clark, 2002; Junquera, 2009).

Los organofosforados muestran casi siempre **resistencia cruzada con los carbamatos**, es decir, cuando un parásito se ha hecho resistente a los carbamatos, es muy probable que también se haya vuelto más o menos resistente a los organofosforados y viceversa (Clark, 2002;Junquera, 2009).

4.5 PIRETRINAS: Cipermetrina

Las piretrinas son una mezcla de compuestos orgánicos que se encuentran de modo natural en las flores de plantas del género *Chrysanthemum*, como *Chrysanthemum cinerariaefolium* (denominado *piretro* o *pelitre*) o *Chrysanthemum coronarium* (Pascual, 1996). Hasta un 20-25% del extracto seco de estas flores está formado por piretrinas, cuyos constituyentes se clasifican en dos grupos: las piretrinas I ($C_nH_{28}O_3$) y las piretrinas II ($C_nH_{28}O_5$), donde n puede ser 20, 21 ó 22. Con el avance de la química orgánica entre 1919 y 1966 se han desarrollado unas versiones sintéticas de las piretrinas denominadas piretroides (Casida, 1980).

Las piretrinas tienen propiedades insecticidas y son también repelentes de insectos (Junquera, 2009).

Los piretroides actúan **por contacto**. Se introdujeron en el mercado en los años 70 del siglo XX y desde entonces se usan abundantemente en bovinos, ovinos, caprinos, porcinos y otros ganados, mascotas, agricultura, en la higiene pública y privada (Junquera, 2009).

4.5.1 Mecanismo de acción

Los piretroides actúan sobre la transmisión nerviosa de los insectos. Interfieren con el transporte de sodio en la membrana celular de las neuronas, de modo similar al de los organoclorados (Narahashi, 1971; Yamamoto, 1970), produciendo el efecto “**knock-down**”: los insectos quedan paralizados casi inmediatamente. Si la dosis no ha sido lo suficientemente alta, pocos de dichos insectos se recuperan del choque (Casida, 1980; Elliot, 1970).

Mientras que las piretrinas se descomponen rápidamente cuando se exponen a luz solar, los piretroides no, pues son insensibles a la luz ultravioleta (UV) (ATSDR, 2003; Junquera, 2009).

Los piretroides tienen un **amplio espectro** de acción: se utilizan abundantemente contra las garrapatas, los ácaros de la sarna, las moscas y contra los insectos adultos en general. Sin embargo, son **escasamente eficaces contra las larvas de los insectos** por lo que apenas se usan contra miasis y gusaneras. Por lo general tienen un efecto residual medianamente largo, comparable a los organofosforados (ATSDR, 2003; Junquera, 2009).

Los piretroides se comercializan para la ganadería sobre todo en forma de **concentrados** para baños de aspersion e inmersión, en forma de “**pour-ons**” listos para el uso, y como constituyentes principales en **orejeras** (caravanas, aretes, crótalos). Las mezclas con organofosforados o amidinas son muy comunes (Junquera, 2009).

4.5.2 Sustancias activas de los piretroides

Entre los piretroides sintéticos más usados en agricultura destacan los siguientes:

<i>Cipermetrina</i>	4123*; 250**
<i>Cyflutrina</i>	869-1271*
<i>Lambda cyhalotrina</i>	56-144**
<i>Deltametrina</i>	>5000*, 31-134**
<i>Fenvalerato</i>	3200*; 451**
<i>Flumetrina</i>	3800*, 41**
Permetrina	4000*, 430**

* LD50 oral agudo ratas en mg/kg usando agua como vehículo (** usando aceite): indicador de la toxicidad; cuanto menor la cifra, tanto más tóxico (Junquera, 2009).

4.5.3 Resistencia de los parásitos a los piretroides

La resistencia de numerosos parásitos externos a los piretroides apareció a los pocos años de iniciarse su comercialización, más rápidamente de lo que se esperaba. Tal vez por cierta resistencia cruzada con los organoclorados, pues su mecanismo de acción es similar. En cualquier caso, hoy en día la resistencia de algunos ectoparásitos a los piretroides está muy extendida en todo el mundo: las especies más afectadas por la resistencia a los piretroides son las **garrapatas** *Boophilus*, *H. irritans*, *Ctenocephalides canis* y *C. felis*, *D. ovis* y *D. gallinae* (Elliot, 1970; Junquera, 2009).

La resistencia a los piretroides se caracteriza porque suele alcanzar unos **niveles enormes**. La dosis letal de un organofosforado o una amidina para un parásito resistente puede ser de 5 a 100 veces mayor que la dosis letal para un parásito no resistente: se habla de un **factor de resistencia**, en este caso de 5 a 100. En el caso de los piretroides **no es raro que el factor de resistencia sea mayor de 1000**, es decir, para matar a un parásito resistente hace falta una cantidad de sustancia activa más de mil veces mayor que para uno no resistente. Es evidente que estos factores de resistencia hacen totalmente inútiles cualquier piretroide empleado contra tales parásitos resistentes (Elliot, 1970; Junquera, 2009).

4.6 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. Esta prueba fue descrita y desarrollada por Drummond y col (1967), para determinar la eficacia de nuevos ixodicidas contra varias especies de garrapatas. Los bioensayos estandarizados para el diagnóstico de resistencia de una muestra de garrapatas son

valiosos, pues fenotipifican la respuesta poblacional al ixodicida (Rodríguez, 2005).

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 al ixodicida y las que no ovipositen serán consideradas sensibles al ixodicida (Drummond, 1967).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Materiales

5.1.1 Recursos humanos

- Estudiante que realiza la investigación.
- Asesores profesionales de la Escuela de Medicina Veterinaria de la Universidad de San Carlos de 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

- Homogenizador magnético de platina metálica
- Timer
- Estereoscopio
- Incubadora
- Pipeteador
- 4 pipetas de 1 ml
- 4 pipetas de 5 ml
- 100 cajas petri de vidrio
- 3 beakers de 1 L.
- 4 probetas de 100 ml.
- Bandeja de acero inoxidable
- 4 coladores
- 60 vasos plásticos
- 1 rollo de papel toalla

- Guantes de látex
- 1 calculadora
- Agua
- 50 ml de Coumaphos emulsificante (organofosforado)
- 50 ml de Cipermetrina emulsificante (piretroide)
- 50 ml de Amitraz emulsificante (amidina)

5.1.3 Recursos de campo

- 15 frascos de vidrio con rosca de 500 ml.
- Hielera
- Hielo
- Cinta adhesiva de 2 cms. de ancho
- Lapicero
- Ternillera
- Lazos
- Manga
- Vehículo

5.1.4 Recursos biológicos

- 600 garrapatas *Rhipicephalus microplus* teleóginas
- Bovinos parasitados con garrapatas *Rhipicephalus microplus*

5.2 Metodología

5.2.1 Área de estudio

Se realizó la investigación en el Departamento de Parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, donde se llevó a cabo el estudio de resistencia de *Rhipicephalus microplus* recolectadas en 15 fincas de la aldea Las Lisas, Chiquimulilla, Santa Rosa frente a los ixodicidas: Amitraz, Coumaphos y Cipermetrina.

5.2.2 Diseño estadístico del estudio

Se realizó un estudio experimental, el diseño estadístico fue completamente al azar, con cuatro tratamientos.

- La unidad experimental fue la garrapata de la especie *Rhipicephalus microplus*.
- La variable a medir fue la capacidad de ovipositar posteriormente al tratamiento.

5.2.3 Criterios de inclusión de las garrapatas

Se utilizaron garrapatas *Rhipicephalus microplus* teleóginas, recolectadas en 15 fincas ubicadas en la aldea Las Lisas, Chiquimulilla, Santa Rosa. De cada finca se tomaron aproximadamente 80 garrapatas.

5.2.4 Obtención de las garrapatas

Se obtuvieron las garrapatas teleóginas directamente del cuerpo del bovino, de forma manual, volteando completamente a los ixódidos para retirarlos del cuerpo del animal y se colocaron en frascos de vidrio en frío (hielo) para evitar la ovipostura, etiquetados con el número de finca y se llevaron en una hielera al laboratorio de Parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

5.2.5 Determinación de la resistencia de las garrapatas a los ixodicidas

Se utilizó el método de muestreo por conveniencia en 15 fincas de la aldea Las Lisas, Chiquimulilla, Santa Rosa. Se obtuvo en cada una de ellas aproximadamente 80 garrapatas *Rhipicephalus microplus* teleóginas para seleccionar 40 de la misma talla, distribuyéndolas en forma aleatoria, seleccionando 10 garrapatas por finca para cada tratamiento (A,B,C y D); haciendo un total de 600 garrapatas en estudio, y un total de 150 garrapatas por tratamiento.

Para determinar si las garrapatas *Rhipicephalus microplus* presentan resistencia a los compuestos organofosforados, piretroides, y/o amidinas, se utilizó la técnica de inmersión de adultas.

Los ixodicidas usados en cada tratamiento:

Tratamiento 1.

A) Amitraz emulsificante:

Amitraz emulsificante a 208g/lt. Se realizó la DD (2.08mg/ml), adicionando 1 ml de amitraz en 99ml de agua en un vaso de 100 ml y luego se agitó.

Tratamiento 2.

B) Coumaphos emulsificante:

Coumaphos emulsificante a 200g/lt. Se realizó la DD (2mg/ml), adicionando 1 ml de coumaphos en 99 ml de agua en un vaso de 100 ml y luego se agitó.

Tratamiento 3.

C) Cipermetrina emulsificante:

Cipermetrina emulsificante a 150g/lt. Se realizó la DD (1.5mg/ml), adicionando 1 ml de cipermetrina en 99 ml de agua en un vaso de 100 ml y luego se agitó.

Tratamiento 4.

D) Agua (control). Se adicionó 100 ml de agua en un vaso.

- Se adicionaron 20 ml de los ixodicidas preparados en vasos plásticos colocando en el interior un imán y éstos sobre un agitador magnético para obtener un homogenizado correcto. Se colocaron en otro vaso 20 ml de agua para el grupo control. Se identificó adecuadamente cada vaso con el número de finca y el nombre del tratamiento. Se recolectó por la mañana, las garrapatas repletas para realizar esta prueba.
- Se utilizaron hembras completamente ingurgitadas, limpias y en buenas condiciones, las que fueron tomadas del ganado el mismo día de la prueba. Se separaron las hembras en grupos de 10 garrapatas y el tamaño de ellas en cada grupo fue 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 ixodicida por 30 minutos. Se colocaron todos los recipientes con el ixodicida y las garrapatas sobre un agitador o platina magnética el tiempo estipulado.
- Se extrajo de la solución ixodicida a las garrapatas después de 30 minutos, con la ayuda de un colador y se eliminó el exceso del producto con un papel toalla.

- Se adhirieron las garrapatas dorsalmente a una cinta adhesiva dentro de una caja petri y cada una en diferente dirección. Cada caja petri se identificó con el número de finca y el nombre del tratamiento.
- Con la finalidad de que las garrapatas llevaran a cabo el proceso de oviposición se incubaron las cajas petri perfectamente rotuladas con el nombre del tratamiento y el número de finca a una temperatura de 25-30 °C y 80-90% de humedad relativa, por 7 días.
- Se realizó la lectura por medio de un estereoscopio contando el número de teleóginas vivas y muertas en los tratados y controles a los 7 días después de la inmersión para realizar el conteo del número de garrapatas que ovipositaron (FAO, 1999).

5.2.6 Registro de resultados

Se utilizaron hojas de tabulación para registrar los resultados obtenidos (anexo 1).

5.2.7 Análisis de datos

Se revisaron las cajas petri conteniendo garrapatas del grupo control y los experimentales a los 7 días postratamiento.

El porcentaje de resistencia fue calculado como:

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

Número de garrapatas no tratadas (agua) que ovipositaron

Para determinar si hay diferencia significativa en la variable porcentaje de resistencia entre los ixodicidas, se realizó la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis, para determinar la eficacia de los ixodicidas (Wayne, 2002).

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó un estudio en 15 fincas ubicadas en la aldea Las Lisas, Chiquimulilla, Santa Rosa. Se obtuvo en cada una de ellas aproximadamente 80 garrapatas *Rhipicephalus microplus* teleóginas para seleccionar 40 de la misma talla, distribuyéndolas en forma aleatoria, seleccionando 10 garrapatas por finca para cada tratamiento (A,B,C y D); haciendo un total de 600 garrapatas en estudio, y un total de 150 garrapatas por tratamiento.

Se utilizó la técnica de inmersión de adultas para determinar el nivel de resistencia de la garrapata *Rhipicephalus microplus* para tres diferentes ixodicidas; Cipermetrina, Amitraz, Coumaphos y un grupo control.

En el cuadro No.1 se presentan los resultados, en número y en porcentaje, de las garrapatas que ovipositaron, por grupo y por finca.

Se observa en el cuadro referido, que en todas las fincas evaluadas se presentó menor resistencia al Coumaphos; sin embargo, dicha resistencia es igual en las fincas 7 y 14 donde el Amitraz y Coumaphos presentan el mismo porcentaje de resistencia, siendo este 30%; por lo tanto, se recomienda, en esas dos fincas, cualquiera de los dos ixodicidas, entre ellos el de menor costo.

Cuadro No. 1: Número y porcentaje de garrapatas que ovipositaron, por grupo y por finca

No. de finca	Grupo							
	Testigo		Amitraz		Coumaphos		Cipermetrina	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
1	10	100	2	20	1	10	7	70
2	10	100	3	30	2	20	5	50
3	10	100	4	40	1	10	7	70
4	10	100	4	40	1	10	9	90
5	10	100	6	60	1	10	7	70
6	10	100	4	40	1	10	7	70
7	10	100	3	30	3	30	6	60
8	10	100	6	60	1	10	9	90
9	10	100	5	50	1	10	6	60
10	10	100	3	30	1	10	7	70
11	10	100	4	40	1	10	7	70
12	10	100	7	70	1	10	6	60
13	10	100	2	20	1	10	5	50
14	10	100	3	30	3	30	8	80
15	10	100	4	40	1	10	7	70
TOTAL	150	100	60	40	20	13.33	103	68.67

Fuente: Primaria, González 2011

En el cuadro No. 2 se presenta el porcentaje de garrapatas ovipositoras, por tratamiento. Como se observa, el menor porcentaje de ovipostura se obtuvo con el Coumaphos (13.33%) seguido del Amitraz (40%) y por último la Cipermetrina (68.67%).

Cuadro No. 2: Porcentaje de Garrapatas Ovipositoras, por tratamiento

PORCENTAJE DE GARRAPATAS OVIPOSITORAS				
TRATAMIENTO	Amitraz	Coumaphos	Cipermetrina	Testigo
PORCENTAJE	40	13.33	68.67	100

Fuente: Primaria, González 2011

De los ixodicidas utilizados, la Cipermetrina resulta ser el ixodicida que presentó mayor porcentaje de ovipostura con una resistencia de 68.87%. Esto se cumple para todas las fincas excepto la finca 12 donde la mayor resistencia se presenta al Amitraz con 70%; por lo que, para dicha finca se recomienda el uso de Coumaphos como primera opción o Cipermetrina como segunda opción pues la diferencia con este último es sólo 10%.

Se determinó a través de la prueba de Kruskal Wallis que hay diferencia significativa en el porcentaje de resistencia para los ixodicidas Amitraz, Coumaphos y Cipermetrina por las garrapatas *Rhipicephalus microplus* en bovinos de la aldea Las Lisas, Chiquimulilla, Santa Rosa ($P < 0.01$).

En 1981 por primera vez fue documentada en México la resistencia en poblaciones de garrapatas *Rhipicephalus microplus* a partir de fallas de control en la región de Tuxpan, Veracruz. Debido al desarrollo de las poblaciones resistentes a los organofosforados en México, a partir de 1986 se permitió la comercialización de nuevos ixodicidas como los piretroides y el amitraz; siendo los piretroides los más usados debido a su poder residual y su estabilidad en los baños de inmersión; sin embargo, en 1993, después de 8 años, se detectaron los primeros casos de resistencia a piretroides en los estados de Tabasco, San Luis Potosí, Veracruz y Chiapas (Rodríguez, 2005).

A partir del establecimiento de la resistencia a los organofosforados y piretroides, se incrementó el uso de amitraz como una alternativa prometedora, y a principios del 2001 se detectó en la región de los Ríos en el estado de Tabasco el primer caso de resistencia a las amidinas. La generación de resistencia a piretroides es el caso más serio en los ranchos seguido por amidinas y organofosforados (Rodríguez, 2005).; lo mismo es congruente con los resultados obtenidos en el presente estudio de investigación, dónde se presentó un mayor porcentaje de resistencia a los piretroides, seguido por amidinas y organofosforados.

VII. CONCLUSIONES

1. Se observó que el ixodicida con menor resistencia fue el Coumaphos con 13.33%, seguido del Amitraz con 40%. En las fincas 7 y 14, el Amitraz presentó el mismo porcentaje de resistencia que el Coumaphos (30%).
2. El ixodicida con mayor grado de resistencia fue la Cipermetrina con 68.67% de ovipostura, exceptuando la finca 12, en la cual, el Amitraz presentó mayor porcentaje de ovipostura (70%).
3. Se determinó mediante la prueba Kruskal Wallis que hay diferencia estadísticamente significativa en el porcentaje de resistencia entre los tres ixodicidas por parte de la garrapata *Rhipicephalus Microplus* en las 15 fincas de la aldea Las Lisas, Chiquimulilla, Santa Rosa.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Antes de aplicar un ixodicida en una explotación ganadera, 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 es recomendable utilizar en cada explotación ganadera.
3. Se recomienda el uso del Coumaphos en todas las fincas estudiadas; en las fincas 7 y 14, también se puede utilizar el Amitraz.

IX. RESUMEN

En el presente estudio de investigación se realizó el método de muestreo por conveniencia en 15 fincas de la aldea Las Lisas, Chiquimulilla, Santa Rosa, de las cuales se recolectaron 600 garrapatas teleóginas *Rhipicephalus microplus*.

Al obtener las garrapatas *Rhipicephalus microplus* se realizó la técnica de inmersión de adultas para determinar si las mismas presentaban resistencia a los compuestos organofosforados, piretroides, y/o amidinas; se seleccionaron 10 garrapatas por finca para cada tratamiento.

Los resultados obtenidos nos indican que el porcentaje de ovipostura fue 40% para el Amitraz, 13.33% para el Coumaphos y 68.67% para la Cipermetrina.

De las fincas evaluadas, todas presentaron al Coumaphos como ixodicida de menor resistencia; sin embargo, dicha resistencia es igualada en las fincas 7 y 14 donde el Amitraz y Coumaphos presentan el mismo porcentaje de resistencia por lo que se recomienda el uso del Coumaphos por tener un menor costo.

De los ixodicidas utilizados, la Cipermetrina resulta ser el ixodicida que presentó mayor porcentaje de ovipostura, esto se cumple para todas las fincas excepto la finca 12 donde la mayor resistencia la presenta al Amitraz, por lo que para dicha finca se recomienda el uso de Coumaphos como primera opción.

En cada explotación ganadera se debe determinar cuál de los tres ixodicidas es conveniente utilizar con base al grado de resistencia existente por parte de las garrapatas *Rhipicephalus microplus*.

SUMMARY

In this research study the convenience sampling method was used in 15 farms of la aldea Las Lisas, Chiquimulilla, Santa Rosa, from which 600 *Rhipicephalus microplus* teleogin ticks were collected. The adult Immersion Test was used to determine if the ticks were resistant to organophosphorus, pyrethroid, and/or amidine compounds; 10 ticks were selected per farm per treatment.

The results of the study indicate that the oviposition percentage was of 40% for Amitraz, 13.33% for Coumaphos and 68.67% for Cipermetrine.

Within the evaluated farms, all had a minor resistance to Coumaphos; however, such resistance is equal between the farms 7 and 14 where Amitraz and Coumaphos have the same percentage of resistance, so the use of Coumaphos is recommended for having a lower cost.

From all the ixodidides used at the study, Cipermetrine is the ixodicide that has a major percentage of oviposition, this is the case for all the farms with the exception of farm 12 in which the major resistance is for Amitraz, for this reason Coumaphos is recommended as the first choice for farm 12.

It is appropriate to determine which of the 3 ixodidides is convenient to use in each cattle ranch based on the existing resistance degree of the *Rhipicephalus microplus* ticks.

X. BIBLIOGRAFÍA

1. Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR). 2003. Reseña Toxicológica de los Piretrinas y Piretroides. Atlanta, GA: Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU., Servicio de Salud Pública. (en línea). Consultado el 17 de sep. 2009. Disponible en http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs155.html
2. Bruce, W.G. Diamant Gerald. 1965. Manual para la Identificación de Garrapatas. Hylio. Estados Unidos. p 181.
3. Casida JE. 1980. Pyrethrum flowers and pyrethroid insecticides. *Environmental Health Perspectives* 34: 189-202.
4. Cen, AJ et al. 1998. Studies on the effect on infection by *Babesia spp* on oviposition of *Boophilus microplus* engorged females naturally infected in the Mexican tropics. *Vet Parasitol* 78, 253-257.
5. Cetrá, B. 2001. Garrapata común del bovino. (en línea). Consultado el 16 sep.2009.Disponible en http://produccionbovina.com/sanidadintoxicacionesmetabolicos/parasitarias/parasitarias_bovinos/53-boophilus_microplus.htm#_top.
6. Clark, RF. 2002. Goldfrank's toxicologic emergencies: Insecticides organic phosphorus compounds and carbamates. 7ma. Ed. New York: McGraw-Hill; p. 1346-60.
7. Cordovés, CO. 1997. Garrapato Controle ou Erradicacao. Editora Agropecuaria. Brasil. p 176.

8. 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.
9. Elliot M. 1970. The relationship between the structure and activity of pyrethroids. *Bulletin of the World Health Organization* 44 (1-2): 315-324.
10. Fragoso, SH et al. 1999. Evaluación de la vacuna contra la garrapata Bm86 (Gavac) para el control de *Boophilus microplus*. *Memorias de IV Seminario Internacional de Parasitología Animal*. Puerto Vallarta, Jalisco, México. p. 47-50.
11. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 1999. Standardization of diagnostic test. Sub-group 2. Adult Immersion Test (AIT). The FAO working group and FAO/industry contact group on parasite resistance. Embrapa-Gado De Leite. Juis Fora MG, Brazil. p 425.
12. Georghiou, GP; Taylor, CE. 1977. Genetic and biological influences in the evolution of insecticide resistance. *J. Econ. Entomol.* p. 319-323.
13. Gunderson, CH et al. 1992. Nerve agents: a review. *Neurology*, 42:946-50.
14. Gutiérrez, M. de Salazar. 2006. Urgencias Toxicológicas: Amitraz. (en línea). Consultado el 17 de sep. 2009. Disponible en [http:// www. encolombia.com/medicina/.../Amitraz.htm](http://www.encolombia.com/medicina/.../Amitraz.htm)
15. Holstege, CP; Baer AB. 2004. Insecticides. *Curr Treat Options Neurol*, 6:17-23.
16. Junquera, P. 2009. Amidinas (amitraz), parasiticidas para el control de parásitos externos del ganado. (en línea). Consultado el 17 de sep. 2009. Disponible en http://parasitosdelganado.net/index.php?option=com_content&task=view&id=72&itemid=128

17. Narahashi, T. 1971. Mode of action of pyrethroids. *Bulletin of World Health Organization*. 44 (1-2): 337-345.
18. Oficina Internacional de Educación (OIE). 2007. *Boophilus microplus*. (en línea). Consultado el 16 sep. 2009. Disponible en http://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/pdfs/boophilus_microplus.pdf.
19. Pascual Villalobos, MJ. 1996. Evaluación de la actividad insecticida de extractos vegetales de *Chrysanthemum coronarium*. *Boletín de Sanidad Vegetal y Plagas* 22 (2): 411-420.
20. Redondo M et al. 1999. Integrated control of acaricide-resistant *Boophilus microplus* populations on grazing cattle in Mexico using vaccination with Gavac, and amidine treatments. *Exp Applied Acarol* 23, 841-849.
21. Rodríguez Vivas, R. 2005. Resistencia de la garrapata *Boophilus microplus* a Ixodicidas en el Sureste de México. (en línea). 2005. Conacyt-Sagarpa. México. Consultado el 1 de mar. 2010. Disponible en www.uady.mx/veterinaria/cuerpos/salud_animal/Resistencia.pdf.
22. Schnitzerling, HJ et al. 1983. Toxicology and metabolism of some synthetic pyrethroids in larvae of susceptible and resistant strain of the cattle tick *Boophilus microplus*. Canada. p. 64-72.
23. Solís, SS. 1991. Ecología de las garrapatas *Boophilus* sp.: Perspectivas de un panorama. *Memorias del II Seminario Internacional de Parasitología Animal. Garrapatas y enfermedades que transmiten*. Morelos, México. p. 19-30.
24. Sungur, M; M. 2001. Intensive care management of organophosphate insecticide poisoning. *Crit Care (London)*, 5:211-5.

25. Sutherst, RW. 1983. *Management of arthropod parasitism in livestock*. World association for the advancement of veterinary parasitology. Ed. Dansmore. p. 41-56.
26. Villar Cleaves, Carlos. 2007. Aspectos prácticos para el manejo de la resistencia genética a los productos químicos usados como plaguicidas en ganado bovino. (en línea). Consultado el 17 de sep. 2009. Disponible en http://www.engormix.com/.../1600_genetica_02.jpg
27. Wayne, D. 2002. Bioestadística, base para el análisis de las ciencias de la Salud. Editorial Limusa Wiley, México. p 755.
28. Woodhman, CB et al. 1983. Progresos en la erradicación de las garrapatas *Boophilus* en México 1960-1980. *Rev. Mund. Zoot.* p.18-24.
29. Yamamoto, Y. 1970. Mode of Action of Pyrethroids, Nicotinoids, and Rotenoids. *Annual Reviews of Entomology* 15: 257-272.

XI. ANEXOS

11.1 Anexo 1

Hoja de tabulación.

No. de Finca	Grupo							
	Testigo		Amitraz		Coumaphos		Cipermetrina	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
TOTAL								

11.2 Anexo 2

Resultados de la Prueba de Kruskal Wallis

TRATAMIENTO	<u>CIPERMETRINA</u>	<u>AMITRAZ</u>	<u>COUMAPHOS</u>	<u>CONTROL</u>
MEDIA	6.86	4	1.33	10
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	1.18	1.46	0.72	0
RANGOS	553.5	352.5	129	795

VARIABLE	MEDIA	D.E.
CIPERMETRINA/Ovipostura	6.86	1.18
AMITRAZ / Ovipostura	4	1.46
COUMAPHOS / Ovipostura	1.33	0.72
CONTROL / Ovipostura	10	0

VARIABLE	RANGOS	NIVEL DE RESISTENCIA	
CIPERMETRINA/Ovipostura	553.5	C	MAYOR RESISTENCIA
AMITRAZ / Ovipostura	352.5	B	RESISTENCIA INTERMEDIA
COUMAPHOS / Ovipostura	129	A	MENOR RESISTENCIA
CONTROL / Ovipostura	795	D	RESISTENCIA EXTREMA

P<0.01