



SEP
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA CUENCA DEL PAPALOAPAN

**DIAGNÓSTICO DE RESISTENCIA EN *Ripicephalus Microplus*
EN CONDICIONES DE CAMPO Y LABORATORIO.**

Tesis que presenta:

AVILES PACHECO YOSELIN

Como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERÍA EN AGRONOMÍA

**Tuxtepec, Oaxaca.
Marzo de 2019**





INSTITUTO TECNOLÓGICO DE
LA CUENCA DEL PAPALOAPAN



DIAGNOSTICO DE RESISTENCIA EN *Ripicephalus Microplus* EN CONDICIONES DE CAMPO Y LABORATORIO.

YOSELIN AVILES PACHECO

No. de control: 14810008

ASESOR INTERNO:
Mc. Freddy Armas Lozano

ASESOR EXTERNO:
DR. Francisco Tobías Barradas Piña.

PERIODO DE REALIZACIÓN:
SEPTIMBRE-NOVIEMBRE 2018

SAN BARTOLO, TUXTEPEC, OAX. MARZO 2019

El presente trabajo de tesis, del C. Yoselin Avilés Pacheco, denominado Diagnostico de Resistencia en *Ripicephalus Microplus* en Condiciones de Campo y Laboratorio, que se desarrolló en el Campo Experimental la posta del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), fue revisado y aprobado por el:

DIRECTOR INTERNO DE TESIS



M.C. FREDDY ARMAS LOZANO



DIRECTOR EXTERNO DE TESIS

DR. FRANCISCO TOBIAS BARRADAS PIÑA.



MARZO 2019

La presente tesis, del C. C. Yoselin Avilés Pacheco, denominada DIAGNOSTICO DE RESISTENCIA EN *Rhipicephalus Microplus* EN CONDICIONES DE CAMPO Y LABORATORIO, que se desarrolló en el Campo Experimental la posta del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), fue revisado y aprobado para su impresión por el Honorable jurado integrado por:

DIRECTOR



M.C. Freddy Armas Lozano

SECRETARIO



MVZ José Alfredo Garcidueñas Campo

VOCAL



ING. Antelmo Prado Leal

MARZO 2019



San Bartolo, San Juan Bautista Tuxtepec, Oaxaca, a 15 de marzo de 2019

ASUNTO: Dictamen de tesis aprobada

ING. ANTELMO PRADO LEAL

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERIAS

P R E S E N T E

El comité de revisión de tesis del C. Aviles Pacheco Yoselin, asignado por la Academia del Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan de San Bartolo, San Juan Bautista, Tuxtepec, Oaxaca, integrado por los C.C. M.C Freddy Armas Lozano, MVZ. José Alfredo Garcidueñas Campo y ING. Antelmo Prado Leal, habiéndose reunido a fin de evaluar la tesis titulada "(nombre del proyecto), que se presenta como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero en Agronomía, de acuerdo con las normas de elaboración de tesis de licenciatura y posgrado vigentes en el instituto; dictamino su **AUTORIZACIÓN** para ser presentado en el Examen Profesional correspondiente.

ATENTAMENTE
M.C Freddy Armas Lozano

DIRECTOR

MVZ. José Alfredo
Garcidueñas Campo

SECRETARIO

ING. Antelmo Prado Leal

VOCAL

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por su amor y su apoyo incondicional.

A mis asesores por transmitirme todo sus conocimientos.

A Armin unos de mis amigos por apoyarme siempre en la realización en mi experimento.

A mi amiga Carmina por siempre apoyarme en mis momentos de desesperación.

A los trabajadores del Campo experimental la “POSTA” por siempre apoyarme en mi experimento.

A mis amigos que hice en la posta que siempre estuvieron apoyándome.

DEDICATORIA

Quisiera dedicarle este trabajo a mis padres a quienes desde que tengo memoria me han inculcado que la educación es una de las cosas más importantes, y nunca me han dejado sola a pesar de mis malos momentos, ellos siempre me repetían que uno merece lo que se gana, con esfuerzo y dedicación.

A mis Asesores el DR. Francisco Tobias Barradas Piña y al M.C Freddy Armas Lozano, que tuvieron la paciencia de ayudarme y de orientarme para la realización de este trabajo.

Muchas personas merecen ser nombradas por que a transcurso de mi carrera siempre estuvieron apoyándome tal vez no económicamente pero si moral.

CONTENIDO

	Pagina
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
INDICE DE CONTENIDO	viii
INDICE CUADROS	ix
INDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRAC	xii
1.INTRODUCCIÓN	14
OBJETIVOS	15
HIPOTESIS	16
2. REVISIÓN DE LITERATURA	17
2.1. Distribución de garrapatas	17
2.2.Clasificación garrapatas	18
2.3.Impacto económico	19
2.4.Uso de acaricida y resistencia	20
2.5.métodos de control	21
3.MATERIALES Y MÉTODOS	23
3.1.Materiales	24
3.2. Métodos	25
3.2.1.Diagnóstico de resistencia en campo	25
3.2.2Conteos de garrapata	25
3.2.3.Uso de acaricida	26
3.2.4. Uso, baño y aplicación de acaricida.	26
3.3. Diagnóstico de resistencia en laboratorio.	27

3.3.1.Técnica utilizada	28
3.3.2.Evaluación de la eficacia	30
3.4 Análisis estadísticos	30
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
5.CONCLUSIONES	38
6.LITERATURA CITADA	39

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Pagina
1. Distribución de los Grupos de animales y productos químicos utilizados	25
2. Diluciones de los productos químicos (acaricidas).	28
3. Eficacia en campo de los garrapaticidas contra <i>Rhipicephalus microplus</i> repletas y semi-repletas en bovinos naturalmente infestados.	32
4. Promedio de garrapatas <i>Rhipicephalus microplus</i> antes y después de tratamiento en bovinos naturalmente infestados.	32

INDICE DE FIGURAS

Figura	Pagina
1. Distribución geográfica de <i>B. Microplus</i> y <i>A. Cajennense</i> en México	18
2. Ubicación del área de estudio.	23
3. Baños garrapaticidas	27
4. Sellado del papel filtro.	27
5. Eficacia de los garrapaticidas contra <i>Rhipicephalus microplus</i> repletas en bovinos naturalmente infestados después de tratamiento $P>0.05$	34
6. Comportamiento de carga parasitaria de <i>Rhipicephalus microplus</i> en bovinos naturalmente infestados después de baño garrapaticida, $P>0.05$.	35

RESUMEN

Rhipicephalus microplus es el principal ectoparásito que afecta la ganadería en las regiones tropicales de México., genera importantes pérdidas económicas, por causas como transmisión de patógenos y por el desarrollo de resistencia a los ixodicidas. El objetivo del presente trabajo fue determinar la resistencia de *Rhipicephalus microplus* en campo utilizando cinco Tratamientos (garrapaticidas), con 7 repeticiones (animales), la carga parasitaria fue contabilizaba antes y después del baño durante 105 días con intervalo entre baño de 14 días. Para el diagnóstico de resistencia en laboratorio se colectaron garrapatas adultas alimentadas, fueron mantenidas en condiciones de laboratorio y posteriormente se utilizó la técnica de paquetes de larvas. En condiciones de laboratorio dos tratamientos (Clorpirifos + permetrina) y Organofosforados (coumafós) son considerados eficaces para el control de garrapatas en condiciones de campo, siendo que en condiciones de campo el que mostró mayor eficacia fue coumafós.

Palabras claves: *Rhipicephalus microplus*, control, (Clorpirifos + permetrina), (coumafós).

ABSTRAC

Rhipicephalus microplus is the main ectoparasite that affects livestock in the tropical regions of Mexico. It generates important economic losses, due to causes such as transmission of pathogens and the development of resistance to ixodicides. The objective of the present work was to determine the resistance of *Rhipicephalus microplus* in the field using five treatments (ixodicides), with seven repetitions (animals), the parasitic load was counted before and after bathing for 105 days with interval between treatment of 14 days. For the diagnosis resistance in laboratory conditions, adult ticks were collected, kept in laboratory. The larvae were used with the larval pack technique. The results of laboratory conditions was, two treatments (Chlorpyrifos + permethrin) and Organophosphorus (coumaphos) were considered effective for the control of ticks in field conditions, being that in field conditions the one that showed the highest efficiency was coumaphos.

Key words: *Rhipicephalus microplus*, control, (Chlorpyrifos + permethrin), (coumaphos).

1. INTRODUCCIÓN

Las garrapatas están consideradas como el segundo grupo de vectores importantes que transmiten patógenos de impacto en la salud pública y veterinaria en el mundo, *Rhipicephalus microplus* se distribuye geográficamente en los paralelos 32 de los hemisferios norte y sur, siendo el principal ectoparásito de los bovinos (Alonso *et al.*, 2006).

Estudios realizados por Rodríguez *et al.*, (2006) mencionan que una de las estrategia más utilizada para controlar las garrapatas consiste en romper el ciclo de vida a través de la aplicación de tratamientos garrapaticidas. Sin embargo, existen reportes por Rodríguez *et al.*, (2014), que el efecto de su uso intensivo, genera resistencia a los garrapaticidas. Los productos químicos utilizados para controlar a *R. microplus* son: organofosforados, piretroides, amidas y lactonas macrocíclicas, inhibidores del crecimiento, estos productos han tenido éxito en el control de las garrapatas en México. Como desventaja, el uso irracional de los productos, han generado resistencia de *R. microplus* a estos productos químicos en las regiones tropicales de México Alonso *et al.*, (2006), por tal motivo el presente trabajo tiene por objetivo realizar un estudio de diagnóstico de resistencia a los acaricidas a nivel de campo y laboratorio en garrapatas de la especie *Rhipicephalus microplus*.

OBJETIVO GENERAL

Identificar familias de garrapaticidas eficaces mediante pruebas de diagnóstico de resistencia a los acaricidas a nivel de campo y en condiciones de laboratorio.

OBJETIVO ESPECIFICOS

- Realizar diagnóstico de resistencia para *R. microplus* en condiciones de laboratorio utilizando la prueba de paquete de larvas.
- Realizar diagnóstico de resistencia a nivel de campo en bovinos naturalmente infestados por *Rhipicephalus microplus*.

HIPÓTESIS

Al menos un producto garrapaticida es altamente eficaz en condiciones de campo y laboratorio para el control de *Rhipicephalus microplus* en un sistema de producción de doble propósito del trópico mexicano.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

Actualmente están registradas alrededor de 889 especies de garrapatas a nivel mundial. Las garrapatas son ectoparásitos, que se alimentan de sangre en los animales domésticos y silvestres y algunas especies parasitan a los humanos. Altas cargas parasitarias de garrapatas, causan daños directos y transmiten patógenos, generando pérdidas económicas en el sector ganadero como consecuencia de los descensos en la producción y/o la muerte. (Cortés 2010; Ojeda *et al.*, 2011).

Las garrapatas, pueden diseminarse fácilmente mediante sus hospedadores. Ello tiene gran relevancia en la dinámica de las enfermedades que transmiten y el riesgo de incursión de nuevos patógenos en áreas no endémicas (Manzano *et al.*, 2012).

2.1. Distribución de garrapatas

El género *Rhipicephalus microplus* tiene gran importancia por su amplia distribución a nivel mundial, que incluye gran parte de América. Está distribuida en Australia, (Baker, 1999), India (Geevarghese y Dhanda 1985) Tanzania, Madagascar (Shaw *et al.*, 1974), Sudáfrica (Soulsby, 1985), Puerto Rico (Barriga, 1994), Cuba (De la cruz y Cerny, 1971), México, Panamá (Soulsby, 1988) Brasil (Franco, 1987) y Uruguay (Silva *et al.*, 1987).

La distribución geográfica de las garrapatas en México, está relacionado directamente con la presencia del hospedero, humedad, temperatura y vegetación, que son determinantes en su distribución. Las prácticas de control sobre *Rhipicephalus microplus* abarca zonas tropicales, templadas y áridas; representa el 53.0% del territorio nacional (Rodríguez *et al.*, 2006).



Figura 1. Distribución geográfica de *B. Microplus* y *A. Cajennense* en México (Rodríguez *et al.*, 2006.)

2.2. Clasificación de garrapatas

La garrapata *R. microplus* permanecen al phylum artrópoda, a la clase arácnida, al orden acarina, al sub orden ixodoidea y la familia ixodidae (Bautista 2006).

Por sus características morfológicas, las garrapatas se dividen en tres familias: Familia: *Argasidae* (garrapatas blandas), Familia: *Ixodidae*

(garrapatas duras) y *Nuttalliellidae* representada por el género *Nuttalliella* que posee características intermedias de las dos familias antes mencionadas (Jácome 2014).

En México las garrapatas endémicas están clasificadas en: familia de argasideos está representados por 32 especies en 5 géneros: *Argas* (6 especies); *Antricola* (3); *Ornithodoros* (20); *Otobius* (2); *Nothoaspis* (1). En la familia Ixodidae, se registran 68 especies en 5 géneros: *Ixodes* (26 especies); *Rhipicephalus* (3); *Amblyomma* (26); *Dermacentor* (10); *Haemaphysalis* (3) (Pérez *et al.*, 2014).

2.3. Impacto económico

La garrapata *R. microplus*, es la especie de mayor importancia económica y sanitaria debido a su capacidad vectorial, hábitos hematófagos y frecuencia en que parasita. (Domínguez, *et al.*, 2016). Esta especie genera, disminución en el consumo de alimentos, pérdida de peso, anemias producidas por la pérdida de sangre; de un ganado bovino Ojeda *et al.*, (2011). En el ganado productor de carne, cada teleogina reduce la ganancia de peso diaria en 0.6 g. (Rodríguez *et al.*, 2006).

La (FAO 2004) menciona que en las pérdidas económicas atribuidas a *R. microplus* son de 7.3 US Dólares/Animal/Año. Así mismo impactan de manera indirecta en la fertilidad, mayor tiempo en engorda y dificultan la importación de razas mejoradas. El efecto indirecto está dado principalmente por los patógenos que transmiten y por los problemas que

generan en la comercialización de animales infestados, (Rosario *et al.*, 2009).

De acuerdo a un experimento realizado en el estado de Guerrero, el total El costo promedio anual de la estrategia de control químico por animal es de \$408.29 pesos mexicanos/animal, mientras que el costo del programa combinado es de \$128.10 pesos mexicanos/animal, lo que significa una reducción del 68.62 % Domínguez *et al.*, (2016).

Actualmente, en México las pérdidas económicas estimadas a causa de la garrapata *Rhipicephalus microplus*, son de 0.573, 608, 076 mil millones de dólares al año aproximadamente, divididos de la siguiente forma: producción lechera 0.68.878 mil millones de dólares al año, ganado productor de carne 0,295, 459. 145 mil millones de dólares por año, ganado *Bos taurus taurus* X *Bos taurus indicos* 0.29, 365, 226 (Rodríguez *et al* 2006).

2.4. Uso acaricida y Resistencia

Reportes de resistencia de *R. microplus* a organofosforados, son registradas desde la década de 1980, siendo este el principal ingrediente activo utilizado. Para 1993 fue reportado por primera vez, resistencia a piretroides en Soto la Marina, Tamaulipas, y Emiliano Zapata, Tabasco para 1998 el fenómeno de la resistencia había sido constatado en 13 estados de México. En 2002 se notificó multiresistencia a Amitraz, organofosforado y piretroide en Tabasco, (Castellanos 1998, Soberanes *et al.*, 2002; Alonso *et al.*, 2006; Cuore y Solari 2014).

Martínez *et al.*, (2016) menciona que la resistencia, puede ser multifactorial, entre los que se destaca raza de animal, manejo, intervalo de baño garrapaticida, dosis, ciclo de vida de las garrapatas y especie que afectan al hato.

El fenómeno de resistencia se describe en tres fases:

- 1.- Fase de establecimiento: donde la población es resistente y este se efectúa por mutaciones naturales y en forma independiente.
- 2.- Fase de desarrollo: aumenta el número de individuos resistentes, y esto ocurre por la tasa de sobrevivencia de los individuos susceptible después del uso de los productos químicos.
- 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 (Fragoso y Soberanes 2001).

2.5. Métodos de control

La principal herramienta para el control de garrapatas es el uso de ixodicidas, los cuales son aplicados de diferentes métodos, aspersión, método de derrame (pour-on), inyectables (ivermectinas), bolos intraruminales, aretes impregnados con ixodicidas y feromonas, los químicos disponibles, son neurotóxicos, y ejercen su efecto a nivel del sistema nervioso. (Ojeda *et al.*, 2011).

Para establecer un sistema de control integral de garrapatas es importante considerar las siguientes herramientas:

Control inmunológico: La vacuna es específica para *Rhipicephalus microplus*, que contribuye en la disminución de la carga parasitaria. Rotación de potreros: contribuye en la interrupción del ciclo biológico, disminuyendo la posibilidad de contacto con el hospedero y reduce la viabilidad de las larvas, intervalo de baños garrapaticidas, estos deben ser considerados en base a ciclo de vida de la especie, considerando la fase parasitaria. Control biológico: es una alternativa utilizando hongos entomopatógenos para inhibir la postura de huevos (Montero *et al.*, 2001, Rosario *et al.*, 2009; Gómez *et al.*, 2013).

3. MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en el Campo Experimental La Posta del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), localizado en el km 22.5 de la carretera federal Veracruz-Córdoba, en Paso del Toro, municipio de Medellín de Bravo, Veracruz, México, a 15° 18' latitud Norte, 96° 10' longitud oeste y una altitud de 12 m sobre el nivel del mar. La región tiene un clima tropical subhúmedo Aw1, con temperatura máxima, media y mínima de 35.3, 25 y 15 °C, respectivamente, una precipitación pluvial media anual de 1461 mm y humedad relativa de 77.4%. (García 1988).

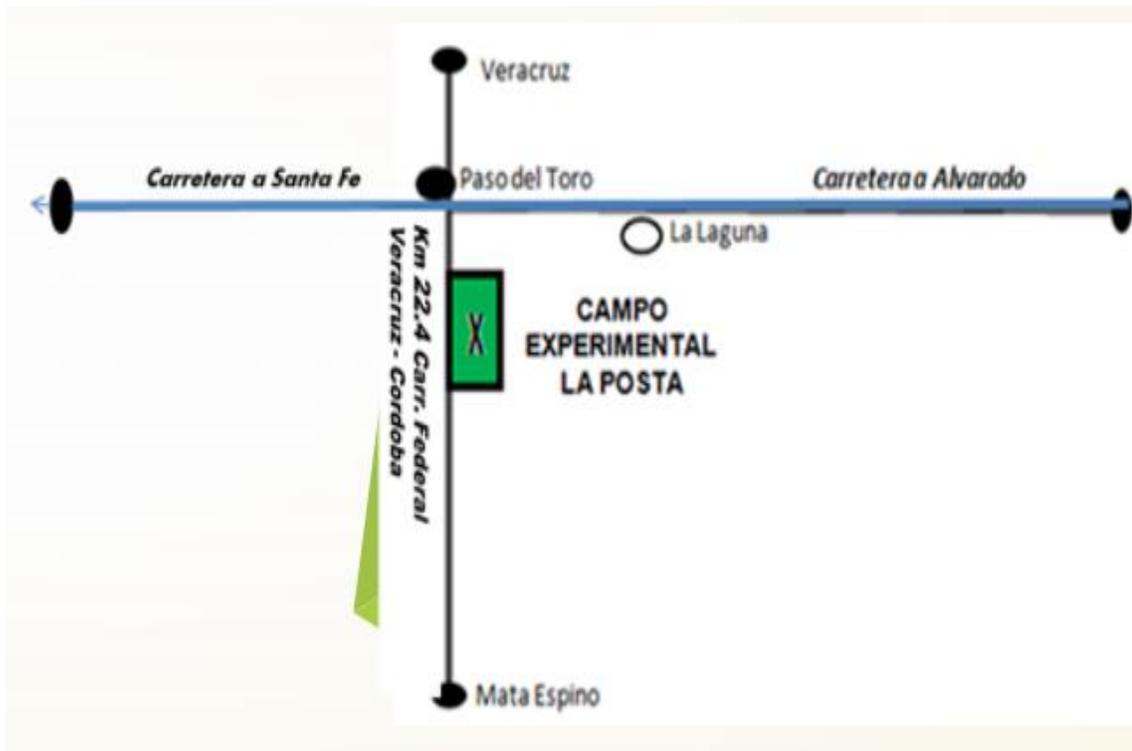


Figura 2. Ubicación del área de estudio. INIFAP (2018).

3.1. Materiales

En el presente trabajo se utilizó una Balanza para el pesaje de las garrapatas (OHAUS ANALYTICAL Plus), los productos químicos fueron: (Amidinas (Amitraz), Mezclas (Clorpiritos + permetrina) al 29%, Organofosforados (coumafos) al 20% , Mezclas (Flumetrina + cyflutrina)al 3%, Ecológico (*Cympogon citratus*, *eucaliptus melliodora*, *citrus* spq.) al 50% ,control (agua), también se utilizaron cajas Petri(Pyrex USA Bottom) medianos, para la incubación de las larvas, para mantenerlas en una temperatura de 28 °C, la incubadora (Riossa Nom).

Para los baños garrapaticidas se ocupó de bombas de aspersion (TRUPER 20 L), para llevar un control adecuado se requirió de una libreta de registro en donde se plasmó las actividades a realizar, los guantes de látex se ocupaban en laboratorio y en campo para la colecta de garrapatas, la Micropipeta (Velab) nos ayudó a medir las dosis con precisión de los productos químicos, con el papel filtro se llevó a cabo las pruebas de resistencia en laboratorio.

3.2. Métodos

3.2.1. Diagnóstico de resistencia en campo

Se utilizaron 42 bovinos infestados de garrapatas, con 6 tratamientos (acaricidas) con 7 repeticiones cada uno.

Cuadro 1. Distribución de los Grupos de animales y productos químicos utilizados.

Tratamiento	Acaricida	N° de Animales
T1	Amidinas (Amitraz)	7
T2	Mezclas (Clorpiritos + permetrina) 29%	7
T3	Organofosforados (coumafos) 20%	7
T4	Mezclas (Flumetrina + cyflutrina) 3%	7
T5	Ecológico 50% (<i>Cympogon citratus</i> , <i>eucaliptus melliodora</i> , <i>citrus</i> spq)	7
T6	Control (agua)	7

3.2.2. Conteos de garrapatas

Los conteos de garrapatas fueron realizados en dos etapas antes de la aplicación del producto y 7 días después de cada baño garrapaticidas, el

intervalo de baño garrapaticidas fue de 14 días durante 105 días, esto fue diseñado en base al ciclo de vida de la especie.

3.2.3. Uso de acaricidas

Los acaricidas que fueron evaluados representan a los grupos químicos; amidas, mezclas, organofosforados y un acaricida ecológico, se evaluaron con las concentraciones siguientes, 2 ml A 1L Y 1ml A 1 L respectivamente, tomando en cuenta las recomendaciones del fabricante.

3.2.4. Uso, baño y aplicación de acaricida

El baño garrapaticidas se realizó por medio del sistema de aspersion, los bovinos fueron seleccionados y dependiendo del grupo, serán las concentraciones del producto químico



Figura 3. Baños garrapaticidas en el Campo Experimental La Posta-INIFAP, México.

3.3. Diagnóstico de resistencia en laboratorio

En el laboratorio de salud animal que se encuentra en el campo Experimental “La posta” INIFAP, se incubaron garrapatas adultas repletas de la especie de *Ripicephalus Microplus*, en cajas Petri, a una temperatura de 28°C, con una Humedad relativa de 80%. Las larvas eclosionadas fueron utilizadas para realizar la prueba de paquete de larvas de acuerdo a la metodología establecida por la FAO, 1987, la eficacia se obtuvo mediante la fórmula establecida por la FAO 2004

$$\text{Eficacia de laboratorio} = \frac{\text{Número de larvas muertas}}{\text{total de larvas contadas}} \times 100$$

3.3.1. Técnica utilizada

Se realizó con la técnica de Stone & Haidock (Martínez 2016) estandarizada por la FAO (1999). En el diagnóstico de resistencia se evaluó con 4 productos químicos 1 Ecológico (Ecovet) y uno de control, como se muestra en el cuadro 3 y sus diluciones de los acaricidas.

Cuadro 2. Diluciones de los productos químicos (acaricidas)

Tratamiento	Productos	Diluciones	
		Dosis μL	Diluyente ml
T1	Amidinas (Amitraz) 12.5 %	0.67	100
T2	Mezclas (Clorpiritos + permetrina) 29 %	0.67	100
T3	Organofosforados (coumafos) 20%	0.67	100
T4	Mezclas (Flumetrina + cyflutrina) 3%	0.67	100
T5	Ecológico 50% (<i>Cympogon citratus</i> , <i>eucaliptus melliodora</i> , <i>citrus</i> spq).	0.67	100
T6	Control (diluyente)	0.67	100

Las formulaciones fueron diluidas de acuerdo lo establecido (FAO 2004). Se aplicó la solución de los productos químicos en el papel filtro con medida de (7 cm x 7 cm), se impregnaron 0.67 μL de cada solución de acaricida. Se dejó 24 horas para permitir el secado a temperatura

ambiente. Posteriormente, Se infestaron alrededor de 100 larvas viables en paquetes de papel filtro y se selló cuidadosamente, para evitar la salida de las larvas. Se realizaron cuatro repeticiones por tratamiento, para un total de 24 paquetes.

Se incubaron a 28 °C y con el 80% de humedad relativa. Después de 24 horas, se llevó a cabo la lectura de mortalidad.



Figura 4. Sellado del papel filtro.

3.3.2. Evaluación de la eficacia

Lectura de resultados: Se realizó el conteo de los 24 paquetes larvarios, primero se contabilizó los paquetes del grupo de control, posteriormente a los grupos tratados, se evaluó la mortalidad larvaria. Todas las larvas que pudieran caminar se contaban como vivas la eficacia se obtuvo mediante la fórmula establecida por Corrêa *et al.*, 2015 donde **Ta**: representa el número promedio de garrapatas parcialmente alimentadas garrapatas después del tratamiento; **Tb**: es el número promedio de garrapatas parcialmente alimentadas engordadas contadas en los animales no tratados. **Ca**: es el número medio de garrapatas parcialmente alimentadas en el grupo de control después del tratamiento; **Cb**: es el promedio de garrapatas parcialmente alimentadas en los animales no tratados. (Control) durante los dos días que precedieron al tratamiento.

$$\text{Eficacia en campo} = 1 - \left[\frac{(Ta \times Cb)}{(Tb \times Ca)} \right] \times 100$$

3.4. Análisis estadístico

Para el presente estudio, la evaluación de la eficacia de los garrapaticidas en campo se utilizó la fórmula establecida por Corrêa et al 2015 y FAO 2004 en condiciones de laboratorio, y el programa MINITAB utilizando el paquete estadístico de Tukey.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Actualmente, existen diversas formas de controlar a *R. microplus*, que va desde la utilización de nematodos, hongos entomopatógenos, extractos de plantas, vacunas y acaricidas (PARIZI *et al.*, 2012). El uso de acaricidas (químicos), como ya se ha mencionado, constituye la principal forma de control de las garrapatas en todo el mundo. Para el control de garrapatas de importancia en la salud en general, *R. microplus* es utilizado como modelo de estudios en esa área debido a su importancia económica y amplia utilización de acaricidas desde el siglo XX (Drummond *et al.*, 1973; Kunz y Kemp, 1994; Miller *et al.*, 2002; Rodríguez *et al.*, 2010).

El comportamiento de los garrapaticidas en cuanto al efecto contra las *R. microplus* a nivel de campo se puede observar que, en las garrapatas repletas el grupo cinco mostró una mayor eficacia, y la de menor eficacia fue para el grupo uno. El efecto observado en las garrapatas semi-repletas, la mayor eficacia se mostró en el grupo uno y tres.

En los resultados que se muestran en el cuadro número 3, se puede observar que dos tratamientos utilizados en laboratorio (Clorpirifos + permetrina) y Organofosforados (coumafos) son considerados eficaces para el control de garrapatas en condiciones de campo, ya que la eficacia establecida por la FAO 2004, establecen eficacia mayor a 95%.

Tabla 3. Eficacia en campo de los garrapaticidas contra *Rhipicephalus microplus* alimentadas en bovinos naturalmente infestados.

Tratamiento	Eficacia en campo (%)		Eficacia en Laboratorio (%)
	Repleta	Semi-repletas	
T 1	34.3	62.1*	17.7+
T 2	74.6	54.9*	100+
T 3	60.7	61.3*	100+
T 4	51.4	51.2*	19.2+
T 5	84.5	33.6*	7.6+
Control	0	0*	1.2 +

*fórmula establecida por Corrêa et al 2015; +fórmula establecida por FAO 2004

Así mismo, se observa que el método de diagnóstico de resistencia constituye una herramienta potencial en la selección de productos eficaces para establecer programas de control estratégicos contra garrapatas (Guerrero *et al.*, 2002; Miller *et al.*, 2002; Natala *et al.*, 2005; Rodríguez *et al.*, 2006; Klafke *et al.*, 2017). En base a lo antes mencionado, la técnica de PPL utilizada en el presente trabajo mostró datos de susceptibilidad a dos familias de garrapaticidas.

Cuadro 4. Promedio de garrapatas *Rhipicephalus microplus* antes y después de tratamiento en bovinos naturalmente infestados.

TRATAMIENTO	Número de garrapatas	
	Antes de tratamiento	Después de tratamiento

T1	55.8 (\pm 43.11) 0-150	35.54 (\pm 31.70) 0-100 ^a
T2	104.7 (\pm 115) 0-500	71.1 (\pm 81.6) 0-300 ^b
T3	51.52 (\pm 45.11) 0-170	35.04 (\pm 24.76) 0-110 ^{ab}
T4	84.4 (\pm 86.8) 0-395	65.8 (\pm 51.5) 0-200 ^b
T5	66.3 (\pm 63.7) 0-345	65.3 (\pm 60.7) 0-300 ^b
T6	84.3 (\pm 92.9) 0-300	83 (\pm 65.5) 0-200 ^{abc}

*Letras diferentes P>0.05, ANOVA.

En la figura número 5, se puede observar el comportamiento de la carga parasitaria de garrapatas repletas en los diferentes grupos de bovinos analizados, mostraron que para el grupo tres la frecuencia de garrapatas disminuye más de un 50%, existen algunos factores asociados a esto, uno de ellos está relacionado al ciclo biológico de la garrapata y el segundo factor puede estar relacionado al efecto directo del garrapaticida

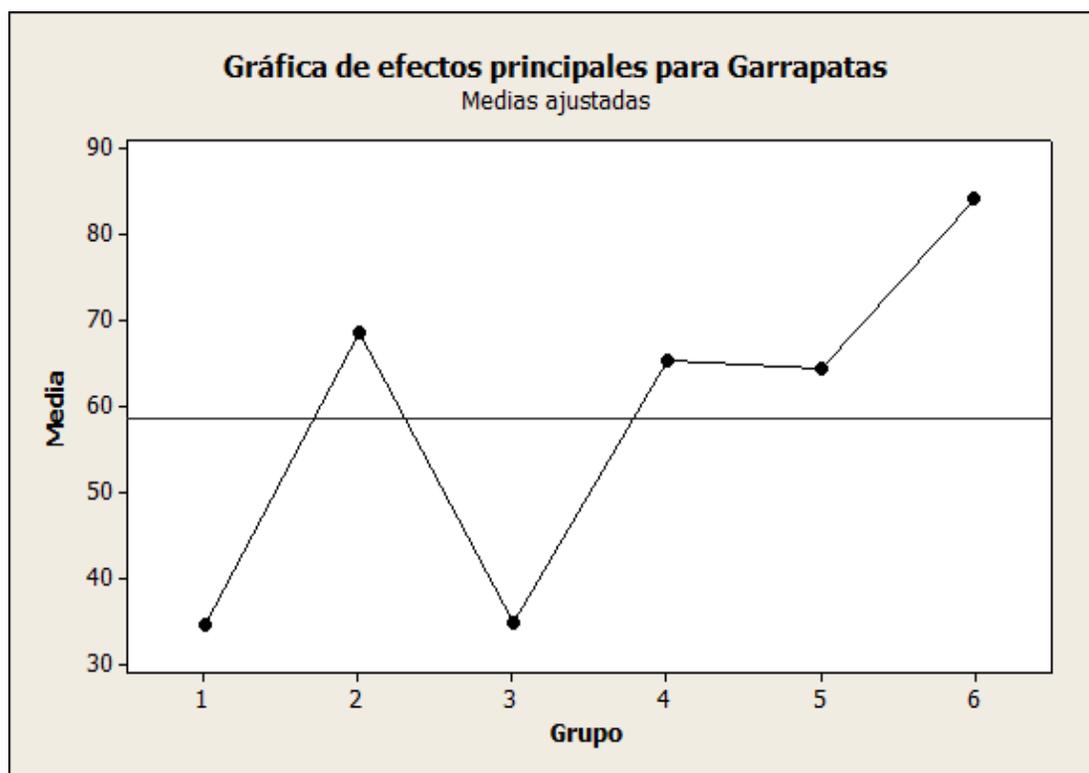


Figura 5. Eficacia de los garrapaticidas contra *Rhipicephalus microplus* repletas en bovinos naturalmente infestados después de tratamiento $P > 0.05$.

El efecto que se observa en la figura número 6 en cuanto a carga parasitaria de garrapatas semi-repletas, es de diferente comportamiento en relación a la figura número 5, ya que en esta fase parasitaria las garrapatas permanecen mayor tiempo alimentándose y el contacto del producto es de mayor duración, por consecuencia la eficacia de este está más estrechamente relacionado.

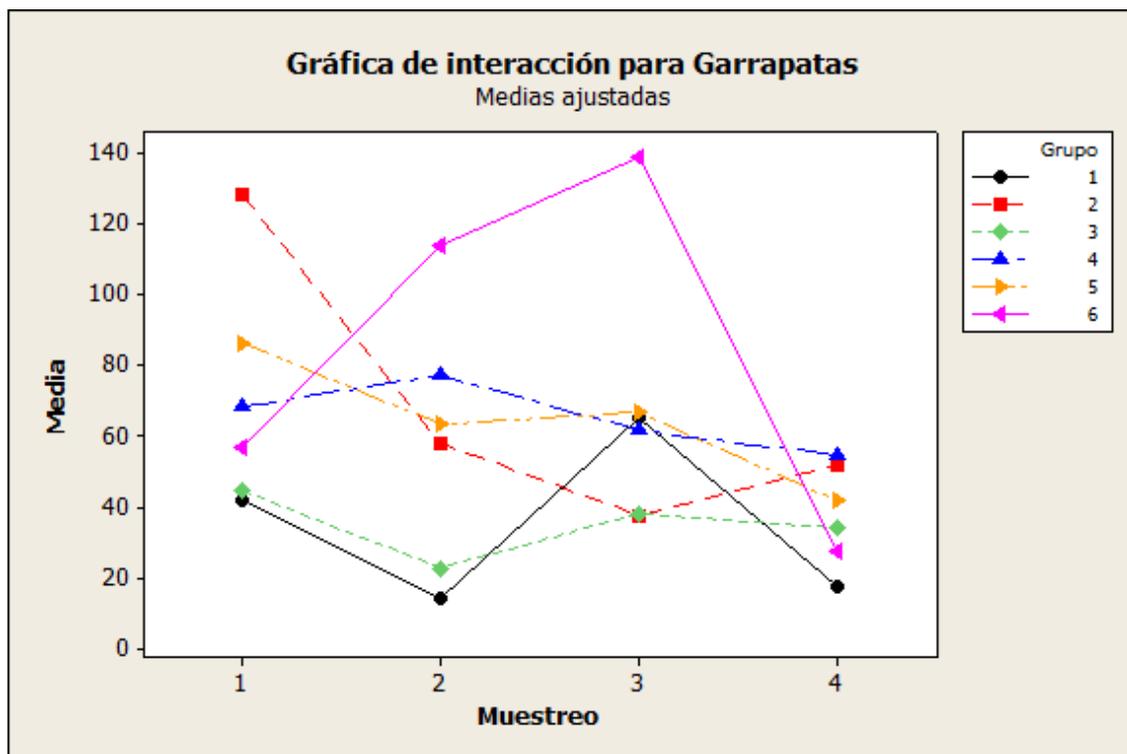


Figura 6. Comportamiento de carga parasitaria de *Rhipicephalus microplus* en bovinos naturalmente infestados después de baño garrapaticida, $P > 0.05$.

Para el presente trabajo, el diagnóstico de resistencia en laboratorio, se puede observar en base a la metodología establecida por Miller *et al* (2002), con el objetivo de conocer el perfil de resistencia, donde se observó que el comportamiento de las larvas de *R. microplus* mostraron susceptibilidad para dos familias de garrapaticidas utilizados en el experimento. Lo que significa que a diferentes familias utilizadas la respuesta de sensibilidad en las larvas analizadas es específica en condiciones de campo.

Sin embargo, garrapatas endémicas en el sistema de producción, mostraron susceptibilidad a dos familias de garrapaticidas, datos que coinciden en base a registros de control de garrapatas, que se ha realizado principalmente con el uso de acaricidas (FAO, 1987). Así mismo, el desarrollo de la resistencia en *R. microplus* en México se ha informado ampliamente (Guerrero *et al.*, 2002; Rodríguez *et al.*, 2006; Rodríguez *et al.*, 2013; Rodríguez *et al.*, 2014; Fernández *et al.*, 2012; Pérez *et al.*, 2010; Miller *et al.*, 2013).

En México, desde inicios de 1980, se comenzó a utilizar la familia de organosforados de manera masiva para controlar la resistencia de la garrapata de *R. microplus*. Para la de cada de 1990 se reportó resistencia a organofosforados y piretroies, En un trabajo realizado por Fernández-Salas *et al* 2012, mencionaron que en el estado de Veracruz resistencia al amitraz en un 30% de los ranchos muestreados con antecedentes de sobrevivencia no mayor al 5% de las garrapatas involucradas en el estudio. Datos que coinciden con algunos de los ranchos seleccionados en el presente estudio, realizado en campo y laboratorio.

El control de la garrapata *Rhipicephalus microplus* se ha basado en forma exclusiva en la utilización de productos químicos; sin embargo, muchas veces sin la elaboración de un plan de control con criterio técnico que apunte para no sólo a controlar eficazmente al parásito sino a utilizar los productos con la finalidad de prolongar en el tiempo la emergencia de la resistencia. Esta forma tradicional de realizar el control de la garrapata ha demostrado no ser sustentable a largo plazo, de ahí la importancia en desarrollar estrategias de control racionales a través de la generación de

conocimiento, haciendo extensionismo y darlo a conocer a los productores.

Sin embargo, la evolución de la resistencia parasitaria es consecuencia de dos factores, uno inherente al parásito (genética) el cual es difícil incidir y el segundo relacionado a las prácticas de manejo (tratamientos inadecuados, sin una estrategia racional) donde sí es factible intervenir. Siendo fundamental encarar el problema de las parasitosis a través de un control integrado, esto puede ser un resultado en base al manejo de los productos y animales, en base a resultados en condiciones de campo y considerando resultados de laboratorio, así como, factores abióticos que pueden estar relacionados en la eficacia de los garrapaticidas.

4. CONCLUSIONES

Existe eficacia de dos familias de garrapaticidas contra *Rhipicephalus microplus* proveniente de bovinos naturalmente resistentes. Los niveles de eficacia en condiciones de campo mostraron una eficacia baja para control de *Rhipicephalus microplus* en condiciones de campo. Se concluye que el comportamiento de resistencia a los acaricidas es específico por cada garrapaticida utilizado anteriormente en el sistema de producción.

5. LITERATURA CITADA

Alonso Díaz M.A, López SB.J, Magalhaes Labarthe AL, Rodriguez-Vivas R.I. 2006. Infestación natural de hembras de *Boophilus microplus* canestrini, 1887 (*acari: ixodidae*) en dos genotipos de bovinos en el trópico húmedo de Veracruz, México. Nota de investigación. Vet. Mex, 38, 502-503 pp.

Alonso Díaz, M., Rodríguez Vivas RI, Fragoso-Sánchez H, Rosario-Cruz R. 2006. Resistencia de la garrapata *Boophilus Microplus* a los ixodicidas, Centro de Enseñanza Investigación y Extensión en Ganadería Tropical. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. Vet. 38, N° 2, 106-112 pp.

Baker, A.S. 1999. Mites and ticks of domestic animals. An identification guide and information source. First edition. The Natural History Museum. The Stationary office. London. 240 pp.

Barriga, O.O. 1994. Veterinary Parasitology. The Ohio State University. 297 pp.

Bautista Garfias, R, 2006. Entomología veterinaria esencial INIFAP. México 24-46 pp.

Castellanos H.J.L. 1998. Seguimiento a predios con garrapata resistente hacia los ixodicidas y alternativas para su control.

Universidad Autónoma de Tamaulipas, Simposium de parasitología Veterinaria. Octubre 16-18: 51-54 pp.

Corrêa, R.R., Lopes, W.D.Z., Teixeira, W.F.P., Cruz, B.C., Gomes, L.V.C., Felipelli, G., Maciel, W.G., Favero, F.C., Buzzulini, C., Bichuetti, M.A., Soares, V.E., Costa, A.J., 2015. A comparison of three different methodologies for evaluating *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* susceptibility to topical spray compounds. *Vet. Parasitol.* 207, 115–124.

Cortés Vecino J.A. 2010. Cambios en la distribución y abundancia de las garrapatas y su relación con el calentamiento global. Laboratorio de Parasitología, Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá, Colombia. Volumen 57: 50-51. pp.

Cuore U, y Solari M A. 2014. Poblaciones multirresistentes de garrapatas *Rhipicephalus (boophilus) microplus* en Uruguay. Sitio argentino de producción animal vol.50: 3-4 pp.

De la Cruz, J. y V. Cerny. 1971. Dinámica anual del desarrollo de las larvas de la garrapata común del ganado bovino de Cuba, *Boophilus microplus* (Canestrini, 1887). Serie Poeyana. Instituto de Biología. Academia de Ciencias de Cuba. 91:1-6.

Domínguez García, D. I, Torres Agatón, F, Rosario-Cruz, R, 2016, Evaluación económica del control de garrapatas *Rhipicephalus microplus* en México, Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas Agropecuarias. Vol. 5. Núm. 9.

FAO (Food and Agriculture Organization) 1987. El control de la garrapata y las enfermedades que transmiten. Manual práctico de campo. Roma Vol 1. 25-65 pp.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (1999). Resistance of ecto- and endo-parasite: current and future solution, 67th General session. International Committee. OIE. Paris, France. pp. 17-21.

FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2004. Guideline resistance management and integrated parasite control in ruminants. Module 1. Ticks: Acaricide resistance: diagnosis, management and prevention Agr. Dept. Animal Production and Health Division. Roma, Italia. p.28-29 pp.

Fernández Salas, A. R. I. Rodríguez-Vivas, R. I. Alonso-Díaz, M. A.; Basurto-Camberos, H. Resistance of *Rhipicephalus microplus* to amitraz and cypermethrin in tropical cattle farms in Veracruz, Mexico. Journal Parasitology, v. 98, n 5, p. 1010-1014, Apr. 2012.

Fragoso S H, C N Soberanes. 2001. Control de la resistencia a los ixodídeos a la luz de los conocimientos actuales. Memorias de XXV Congreso Nacional de *Buiatria*. Veracruz, Veracruz, México. Asociación Mexicana de Médicos especialistas en Bovinos, A.C. Pp. 40-48 pp.

Franco, C. 1987. La perspectiva de contrarrestar las pérdidas económicas ocasionadas por el *Boophilus microplus* en la República del Paraguay. In: IICA (Editor). Programa de control de garrapatas en los

países del área sur. Serie publicaciones misceláneas. Montevideo. 163 pp.

Geevarghese, G. y V. Dhanda. 1995. Ixodid ticks of Maharashtra State, India. *Acarologia* 36(4):309-313.

Gómez, C. M. A., Hernández S. M. J., Gómez T. L., Schwentesius R. R., Reyes R. R., Juárez C. I. S. 2013. Manejo ecológico de las Garrapatas (*Boophilus microplus* y *Amblyomma cajennense*) con microorganismos efectivos en la zona Norte del estado de Veracruz. Proyecto de vinculación. CIIDRI, ISEHMER, Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México. 32 pp.

Guerrero, F. LI, A. Y.; Hernández, R. H. 2002. Molecular Diagnosis of Pyrethroid Resistance in Mexican Strains of *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae). *Journal of Medicine Entomology*, v. 39, n. 5, p. 770-776.

INIFAP. 2018.
<file:///C:/Users/ang51/Downloads/INVITACION%2028marzo.pdf>.

Jácome S. Edelmira 2014. Diagnóstico de la susceptibilidad de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* a ivermectina en unidades de producción bovina del sur de Veracruz. Tesis profesional, Facultad de medicina veterinaria y zootecnia, 11-12 pp.

Klafke, G.; Webster, A.; Agnol, B. D. Pradel, E.; Silva, J. De La Canal, L. H. Becker, M. Osório, M. F. Mansson, M. Barreto, R.; Scheffer, R. Souza, U. A. Bamberg, V. Dos Santos, C. J. Reck, J. Martins, J. R. 2017. Multiple resistance to acaricides in field populations of

Rhipicephalus microplus from Rio Grande do Sul State, Southern Brazil. Ticks Tick Borne Disease, v. 8, n. 1, p. 73-80,

Kunz, S. E.; KEMP, D. H., Insecticides and acaricides: resistance and environmental impact. Science Technical Office International Epizotology, v. 1. n. 3, p. 1249- 1286, 1994.

Manzano Román R., Díaz-Martín V., Ricardo Pérez-Sánchez. 2012. Garrapatas: características anatómicas, epidemiológicas y ciclo vital. Detalles de la influencia de las garrapatas sobre la producción y sanidad animal, parasitología animal. Instituto de recursos naturales y Agrobiología de salamanca (irnasa, csic). Cordel de merinas, 40-52, 37008 Salamanca, España. 2-4 pp.

Martínez Ibáñez F, 2016, Situación de la resistencia de *B. microplus* en México, secretaria de agricultura ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación, servicio nacional de sanidad inocuidad y calidad agroalimentaria. México.

Miller, J. R. Almazán, C.; Ortiz-Estrada, M. Davey, R. B. George, J. E. Pérez de León A. 2013. First report of fipronil resistance in *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* of Mexico. Veterinary Parasitology, v. 191, n. 2, p. 97-101.

Miller, J. R.; Davey, R. B.; George, J. E. 2002. Modification of the Food and Agriculture Organization Larval Packet Test to measure amitraz-susceptibility against Ixodidae. Journal of Medicine Entomology, v. 39, n. 4, p. 645-651.

Montero CD., Agüero SF, Álvarez CV, Valverde CO. 2001. La garrapata y su importancia de cómo controlarla, centro nacional de capacitación y comunicación para el desarrollo. Costa rica, 7-8 pp.

Natala, A. J. Agyei, A. D. Awumbila, B. 2005. Susceptibility of *Amblyomma variegatum* ticks to acaricides in Ghana. *Experimental and Applied Acarology*, v. 3, p.n. 3, 259-268.

Ojeda Chi MM, Rodríguez-Vivas RI, Velasco, REG Lezama-Gutiérrez, Cruz-Vázquez C. 2011. Control de *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae) mediante el uso del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* (Hypocreales: Clavicipitaceae). *Rev. mex. de cienc. Pecuarias* vol.2 no.2 178-180 pp.

Parizi, I. F. Reck, J. J. R. Oldiges, D. P. Guizzo, M. G. Seixas, A. Logullo, C. de Oliveira, P. L.; Termignoni, C.; Martins, J. R.; Vaz, I. S. J. R. Multi-antigenic vaccine against the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*: a field evaluation. *Vaccine*, v. 30, n. 48, p. 6912–6917, 2012.

Pérez-Cogollo, L. C. Rodríguez-Vivas, R. I. Ramírez-Cruz, G. T. Rosado-Aguilar, J. A. 2012. Survey of *Rhipicephalus microplus* resistance to ivermectin at cattle farms with history of macrocyclic lactones use in Yucatan, Mexico. *Veterinary Parasitology*, v. 172, n. 1-2, p. 109-113, Aug.

Rodríguez Vivas RI, Pérez-Cogollo LC, Rosado-Aguilar JA, Ojeda-Chi MM, Trinidad-Martínez I, Miller JR, Li YA, Pérez de León A, Guerrero F, Klafke G. 2014. *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*

resistant to acaricides and ivermectin in cattle farms of Mexico. Rev. Bras. Parasitol. Vet.vol.23 3-4 pp.

Rodríguez Vivas, R. I. Alonso-Díaz, M. A. Rodríguez-Arevalo, F. Fragoso-Sánchez, H.; Santamaria, V. M.; Rosario-Cruz, R. 2006. Prevalence and potential risk factors for organophosphate and pyrethroid resistance in *Boophilus microplus* ticks on cattle ranches from the State of Yucatan, Mexico. Veterinary Parasitology, v. 1, n. 36, p. 335-342.

Rodríguez Vivas, R. I. LI, A. Y. Ojeda-Chi, M. M. Trinidad-Martinez, I.; Rosado-Aguilar, J. A. Miller, R. J. Pérez de León, A. A. 2013. *In vitro* and *in vivo* evaluation of cypermethrin, amitraz, and piperonyl butoxide mixtures for the control of resistant *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae) in the Mexican tropics. Veterinary Parasitology, v. 197, p. 288-296.

Rodríguez Vivas, R. I. Pérez-Cogollo, L. C. Rosado-Aguilar, J. A.; Ojeda-Chi, M. M. Trinidad-Martínez, I. Miller, R. J. LI, A. y Pérez de León, A.; Guerrero, F.; Klafke, G. 2014. *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* resistant to acaricides and ivermectin in cattle farms of Mexico. Brazilian Journal of Veterinary Parasitology, v. 23, n. 2, p.113-122, Apr. -jun.

Rodríguez Vivas, R. I.; Arieta-Román, R. J.; Pérez-Cogollo, L. C.; Rosado-Aguilar, J. A.; Ramírez-Cruz, G. T.; Basto-Estrella, G. 2010. Uso de lactonas macrocíclicas para el control de la garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* en el ganado bovino. Archivos de Medicina Veterinaria, v. 42. n. 3, p. 115-123.

Rodríguez-Vivas RI. Rosado AA. Basto GE. GV ZS. Rosario CR. Fragoso SH., 2006. Manual técnico para control de garrapata en el ganado bovino. CENID- Parasitología veterinaria. México. 1-3 pp.

Rosario C., Dominguez GDI, Rojas RE, Ortiz EM, Martínez-Ibañez F, 2009. Estrategia para el control de la garrapata *Boophilus microplus* y la mitigación de la resistencia a los pesticidas, Instituto Nacional De Investigaciones forestales Agrícolas Agrícolas y Pecuarias. Folleto Técnico No. 6. 2.12 pp.

Shaw, R.D.; Thorburn JA. Wallace HG. 1974. Control de las garrapatas del ganado vacuno. Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional (A.I.D.). Departamento de Estado del Gobierno de los Estados Unidos de América. 29 pp.

Silva, L.D. Umpierrez W. Nari A. 1987. Pasado, presente y futuro de la lucha contra la garrapata en el Uruguay. In: IICA (Editor). Programa de control de garrapatas en los países del área sur. Serie publicaciones misceláneas. Montevideo. 163 pp.

Soulsby, E.JL. 1985. Parasitología y enfermedades de los animales domésticos. 6a. edición. Nueva Editorial Interamericana. 803 pp.

Soulsby, E.JL. 1988. Parasitología y enfermedades de los animales domésticos. 7a. edición. Nueva Editorial Interamericana. 823 pp.