

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN CIENCIA ANIMAL



Evaluación de cinco ixodicidas *in vitro* contra *Rhipicephalus microplus* en Catacamas, Olancho, Honduras.

JOSSELIN MARYERI BRIZO MURILLO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

Evaluación de cinco ixodicidas *in vitro* contra *Rhipicephalus microplus* en
Catacamas, Olancho, Honduras.

TESIS

Presentada al comité evaluador de tesis de la escuela de postgrado en cumplimiento con los
requisitos establecidos por el Sistema de Postgrado y la Facultad de Medicina Veterinaria y
Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala

POR

M.V. Josselin Maryeri Brizo Murillo

Como requisito para optar al grado académico de
Maestro en Ciencias

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas, Olancho, Honduras.

A la Universidad de San Carlos Guatemala

A mis padres, Juan Francisco Brizo Sierra y Dilcia Florida Murillo Barahona.

A mi hija Nathaly Maryeri Rosa Brizo.

A mi esposo Francisco Rosa

A mi segunda madre Ana Rosa

A mi asesor Manuel Lepe

ÍNDICE

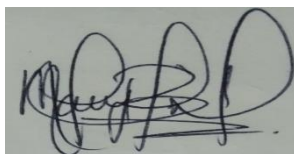
Resumen	7
Abstract	7
Introducción.	8
Métodos	10
Resultados	13
Discusión	15
Referencias	18

PRESENTACIÓN

El presente trabajo de tesis titulado “Evaluación de cinco ixodicidas *in vitro* contra *Rhipicephalus microplus* en Catacamas, Olancho, Honduras”, está redactado en formato de artículo científico, tal como lo establece el Normativo de Tesis de Maestría en Ciencias de la Escuela de Postgrado de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; y apto para ser remitido a una revista científica indexada.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

TRABAJO PRESENTADO POR



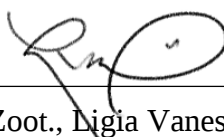
M.V., Josselin Maryeri Brizo Murillo

AUTOR



PhD., MSc., M.V., Manuel Antonio Lepe López

TUTOR



M.A., Lic. Zoot., Ligia Vanesa Ríos de León

DIRECTORA DE ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

IMPRIMASE



M.A., Lic. Zoot., Rodolfo Chang Shum

DECANO

Evaluación de cinco ixodicidas *in vitro* contra *Rhipicephalus microplus* en Catacamas, Olancho, Honduras

Evaluation of five *in vitro* ixodicides against *Rhipicephalus microplus* in Catacamas, Olancho, Honduras.

Evaluación de ixodicidas contra *Rhipicephalus microplus* en Honduras.

Evaluation of ixodicides against *Rhipicephalus microplus* in Honduras.

Josselyn Brizo¹⁻² M.V.; Manuel Lepe-López^{2*} M.Sc.

¹Universidad Nacional de Agricultura, Facultad de Medicina Veterinaria, Honduras.

²Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Escuela de Estudios de Postgrado, Guatemala.

*Correspondencia: malepelopez@gmail.com

Resumen

Este trabajo de investigación tiene por objetivo evaluar la eficacia *in vitro* de cinco productos comerciales empleados en el sitio con mayor producción de bovinos en Honduras. Se colectaron garrapatas en cuatro fincas ganaderas en Catacamas (14°50' N, 85°53' S), considerando una cantidad de 300 bovinos. Se colectaron aproximadamente 1,000 teleóginas de *R. microplus* para implementar un grupo control y cinco grupos de comparación, cada grupo incluyó dos replicas con 50 individuos. Se realizó el método de inmersión con cada uno de los cinco productos comerciales y se estimaron las siguientes tasas: mortalidad, ovoposición, eclosión, eficiencia reproductiva y eficacia del producto según lo propuesto por Drummond et al., 1973. Cuatro de los productos comerciales con los siguientes ingredientes activos (Producto 1: cipermetrina, clorpirifós, butóxido de piperonilo. Producto 2: cipermetrina, ethion, butóxido de piperonilo. Producto 3: amitraz. Producto 4: coumaphos), obtuvieron una eficacia superior al 90%, sobresaliendo las familias químicas de amidinas, organofosforados y la combinación de organofosforados con piretroides para el control de *R. microplus* en la localidad de Catacamas, Honduras. Por otra parte, un producto (Producto 5: cipermetrina), presenta una eficacia del 68%. Este producto de la familia de los piretroides muestra problemas de eficacia con mortalidad del 33% y los individuos sobrevivientes presentan una tasa reproductiva del 30%. Es necesario modificar el uso de la cipermetrina en Catacamas, Honduras, incorporando un control integral de parásitos para reducir la posibilidad de resistencia antiparasitaria de *R. microplus*.

Palabras clave: Enfermedades parasitarias, Eficacia, Compuestos organofosforados (Fuente: DeCS Thesaurus).

Abstract

To evaluate the *in vitro* efficacy of five commercial products used in the site with the highest cattle

production in Honduras. Ticks were collected in four cattle farms in Catacamas (14 ° 50 'N, 85 ° 53' S), considering a quantity of 300 bovines. Approximately 1,000 *R. microplus* ticks were collected to implement a control group and five comparison groups, each group included two replicates with 50 individuals. The immersion method was performed with each of the five commercial products and the following rates were estimated: mortality, oviposition, hatching, reproductive efficiency and product efficacy as proposed by Drummond et al., 1973. Four of the commercial products with the following active ingredients (Product 1: cypermethrin, chlorpyrifos, piperonyl butoxide. Product 2: cypermethrin, ethion, piperonyl butoxide. Product 3: amitraz. Product 4: coumaphos), obtained an efficacy > 90 %, standing out the chemical families of amidines, organophosphates and the combination of organophosphates with pyrethroids for the control of *R. microplus* in the town of Catacamas, Honduras. On the other hand, a product (Product 5: cypermethrin), has an efficiency of 68%. This product of the pyrethroid family shows efficacy problems with mortality of 33% and the surviving individuals have a reproductive rate of 30%. It is necessary to modify the use of cypermethrin in Catacamas, Honduras, incorporating a comprehensive control of parasites to reduce the possibility of antiparasitic resistance of *R. microplus*.

Keywords: Parasitic diseases, Efficiency, organophosphorus compounds (Source: DeCS Thesaurus).

Introducción

Las garrapatas son ectoparásitos que afectan a la fauna silvestre, animales domésticos y las personas, creando problemas sanitarios a nivel mundial (Lagunes & Bautista, 2020). Estos parásitos pueden transmitir a los vertebrados diversidad de microorganismos como virus, bacterias, protozoos y helmintos (de la Fuente, Estrada, Venzal, kokan & Sonenshine, 2008). Para la ganadería bovina de carne y leche, las infestaciones por garrapatas son causa importante de perdida de la productividad, debido al aumento del riesgo de morbilidad y mortalidad de los animales (Rodriguez et al., 2012).

En el trópico, *Rhipicephalus microplus* es considerado uno de los ectoparásitos más relevantes en la producción de bovinos (Alonso, Trees, Rodriguez, Fragoso & Rosario, 2006; Polanco & Rios, 2016) y se estima que el 80% de los bóvidos a nivel mundial, estarían expuestos a la infestación

por esta especie de parásito (Sepúlveda, Pulido, Rodríguez & García, 2017). Las infestaciones de *R. microplus* pueden disminuir el consumo de alimento, descender la conversión alimenticia, causar daño en la piel de los bovinos, reducir la producción de leche, transmitir enfermedades y provocar gastos en productos químicos ioxididas o costos veterinarios por tratamiento de las enfermedades transmitidas (Dominguez, Torres, García & Cruz, 2016). Una de las enfermedades transmitidas por *R. microplus* en el trópico es la Fiebre de la Garrapata, causada por el protozoario *Babesia bigemina* y *Babesia bovis*. Por otro lado, los bovinos pueden ser afectados por la rickettsia *Anaplasma maginale*, ocasionando una infección en la sangre debido a su multiplicación y causando la destrucción de glóbulos rojos, representando un cuadro grave de anemia para los bovinos (García, 2020). A nivel global estos gastos vinculados al tratamiento de *R. microplus* se han estimado en aproximadamente USD 573.61 millones de dólares (Rodríguez et al., 2017).

El método comúnmente utilizado para el control de *R. microplus* es el uso de productos químicos ioxididas, con la intención de causar la muerte de la mayor parte de los individuos y así interrumpir con el ciclo biológico de este parásito externo (Lagunes & Bautista, 2020). Sin embargo, el control de garrapatas con químicos se puede volver ineficaz en algunas regiones, debido al fenómeno de la resistencia a los antiparasitarios (Rodríguez et al., 2014). Existen 77 países que pertenecen a la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), donde aproximadamente el 55% de los mismos, tienen problemas de resistencia, tanto por endoparásitos como por parásitos externos con impacto económico en los rumiantes, encontrándose entre estos a *R. microplus*.

En un estudio demostraron la presencia de *R. microplus* en cuatro países centroamericanos (El Salvador, Honduras, Guatemala y Costa Rica) (Alonso, Trees, Rodríguez, Fragozo & Rosario, 2006; Bermudez, Miranda, & Medianero, 2006; Duttman, Flores, Kaduch & Bermudez, 2016; Rodríguez et al., 2012; Thullner, Willadsen & Kemp, 2007). Dicho estudio incluyó 17 especímenes colectados en Honduras, 29 especímenes de Guatemala, 21 de Costa Rica y 6 de El Salvador. En el caso de Honduras, se observó una resistencia del 66% a deltametrina, 55% a flumetrina, 62% a flumetrina y 58% a ciflutrina. No obstante, estos datos omiten evaluar a uno de los piretroides ampliamente usado en Honduras: la cipermetrina.

En Honduras, el municipio de Catacamas (departamento de Olancho), es el sitio con mayor producción de ganado productor de carne y leche. Al igual que otros países del trópico, este rebaño bovino mantiene infestaciones recurrentes por *R. microplus*, provocando el uso frecuente de químicos ixodicidas como la principal estrategia de control. Además, Honduras por ser un país en vías en desarrollo es posible que las actividades de control se realicen sin supervisión de médico veterinario, en ausencia de la rotación de fármacos, omitiendo posiblemente las dosis y frecuencia recomendada por el fabricante según la concentración de los productos (Pulido, Castañeda, Ibarra, Gómez & Barbosa, 2016). Lo anterior supone que el ganadero podría aplicar esta herramienta de control con un falso sentido de seguridad, omitiendo el diagnóstico y la eficacia de los ixodicidas ante las infestaciones de garrapatas en el hato bovino. Dicha práctica desarrollaría la resistencia antiparasitaria de poblaciones locales de *R. microplus* a productos químicos, especialmente aquellos productos de uso habitual.

Debido a la persistencia de esta parasitosis provocada por *R. microplus* en Catacamas, Honduras, se cuestiona la eficacia de los productos comerciales como principal estrategia de control. El objetivo de la investigación es evaluar la eficacia *in vitro* de cinco productos comerciales: Producto 1: cipermetrina, clorpirifós, Butóxido de piperonilo. Producto 2: cipermetrina, ethion, butóxido de piperonilo. Producto 3: amitraz. Producto 4: coumaphos. Producto 5: cipermetrina. Además, aunque se especulan problemas de resistencia antiparasitaria hacia los piretroides en esta localidad, el presente estudio contempla por primera vez la evaluación de la cipermetrina, debido a su uso frecuente presentándose en 3 de los 5 productos evaluados.

Métodos

Lugar de estudio. El municipio de Catacamas (Olancho, Honduras) reúne a la mayoría del hato bovino de Honduras, por tal motivo coincide con la ubicación geográfica de la Universidad Nacional de Agricultura (14°50' N, 85°53' S). Catacamas, presenta un rango de temperatura anual entre 25°C- 35°C y una humedad relativa promedio de 92%. La producción ganadera en Catacamas se caracteriza por un sistema extensivo de doble propósito (carne y leche) el cual crece por medio de la tala y quema del bosque, cercano a la Reserva Biológica Tawahka.

Colecta e identificación morfológica. Las garrapatas se colectaron manualmente durante noviembre del 2019 y enero del 2020, alcanzando aproximadamente 1,000 teleóginas adultas

(llenas de sangre) y parasitando bovinos procedentes de cuatro fincas ganaderas. Para la colecta se utilizaron pinzas, guantes de látex y bolsas de papel de pulpa de madera con respiradero. Las bolsas fueron identificadas con la fecha y sitio de la colecta. La colecta se transportó al Laboratorio de Parasitología de la Universidad Nacional de Agricultura en Catacamas, Honduras.

Se identificó la especie de garrapata con la ayuda de un estereoscopio de luz eléctrica; observando estructuras morfológicas como: palpos, escudo, capítulo e hipostoma para su tipificación como *R. microplus* (Polanco & Rios, 2016; Taylor, Coop & Wall, 2016; Araque et al., 2014). Se descartaron teleóginas con lesión en los palpos, carencia de locomoción, y con características morfológicas diferentes a *R. microplus*.

Grupos y réplicas. Basados en la cantidad de 5 productos comerciales a evaluar se conformaron 6 grupos de estudio (incluyendo un grupo control). Cada grupo se conformó por dos réplicas de 50 teleóginas adultas (n=100). Las garrapatas fueron lavadas con agua destilada para retirar residuos y pesadas en una balanza analítica con una precisión de 0.0001 g para conformar los grupos con similitud de peso. Los grupos se colocaron y observaron en recipientes transparentes de polietileno (recipiente redondo, con una capacidad de 250 ml) a temperatura y humedad ambiente durante 30 días para la evaluación (Bravo, Coronado & Henríquez, 2008).

Se realizó la técnica de inmersión que consiste en sumergir cada una de las réplicas en los productos comerciales (Producto 1: cipermetrina 15g, clorpirifós 25g, Butóxido de piperonilo 1ml [1ml/1L]. Producto 2: cipermetrina 10g, ethion 40g, butóxido de piperonilo 10g [25ml/20L]. Producto 3: amitraz 20.8g [1ml/1L]. Producto 4: coumaphos 20% [1ml/1L]. Producto 5: cipermetrina 15% [1ml/1L]) utilizando como vehículo de dilución agua destilada. La dosis de los productos administrada fue de acuerdo a descripciones de cada uno de los fabricantes (Alonso et al., 2006; Bravo et al., 2008; Castillo, Pineda, Rodríguez & Chávez, 2016). El exceso de producto comercial se absorbió con papel de celulosa. Se observaron hasta 30 días los individuos de los seis grupos estimando la tasa de mortalidad, la tasa de ovoposición, la tasa de eclosión, la tasa reproductiva y la eficacia de los productos comerciales según lo propuesto por Drummond et al., 1973 (Alonso et al., 2006; Gomez, Koller & de Barros, 2011; Cruz & Camargo, 2001). Para el presente estudio se entiende por tasa, la relación entre la cantidad de individuos que presentan una condición esperada (por ejemplo, la muerte), partido en la cantidad total de individuos

evaluados.

Tasa de mortalidad. La tasa de mortalidad para el presente estudio se definió como la cantidad de individuos muertos en un período dado (Moreno, López & Corcho, 2000; Álvarez, Loaiza, Bonilla & Barrios, 2008). Las teleóginas con cambio de color, con carencia de movimientos intestinales y ausencia de locomoción se consideraron muertas durante los días de observación (Bravo et al., 2008). La tasa de mortalidad se estimó con el conteo de teleóginas muertas por grupo, partido la cantidad total de teleóginas por grupo, multiplicado por 100 (Monteresino y Brewer, 2001). La fórmula utilizada para calcular la tasa de mortalidad fue:

$$\text{Mortalidad: } \# \text{ de garrapatas muertas} \times 100 / \sum \text{ de garrapatas}$$

Tasa de ovoposición. La ovoposición se define como el proceso de postura de los huevos a partir del cuerpo de la hembra (Drummond, Ernst & Trevino, 1973; Álvarez et al., 2008). Se observó cada grupo hasta identificar la presencia de huevos, los cuales se trasladaron a otros recipientes transparentes de polietileno a una temperatura de 26 °C y humedad relativa de 70%, según su grupo de origen. La tasa de ovoposición se estimó con el peso de los huevos dividido al peso de las teleóginas, multiplicado por cien (Bravo et al., 2008). La fórmula utilizada para calcular la tasa de ovoposición fue:

$$\text{Tasa de ovoposición: } \text{Peso de los huevos} \times 100 / \text{Peso de las teleóginas}$$

Tasa de eclosión. La eclosión es el momento en que las larvas comienzan a liberarse del huevo una vez que han alcanzado su desarrollo (algunos huevos no eclosionan). La tasa de eclosión se efectuó por medio de la apreciación visual por estereoscopio, siguiendo la técnica descrita por Araque *et al.* 2014. El resultado de esta técnica estima un porcentaje categórico de eclosión del 0, 25, 50, 75 y 100%.

Eficiencia reproductiva. Se definió a la eficiencia reproductiva como capacidad que tiene una garrapata ingurgitada para convertir parte de su peso inicial en larvas viables (Gomez et al., 2011; Jonsson, Miller & Robertson, 2007). Se estimó con peso de los huevos por grupo, multiplicado por el porcentaje de eclosión, dividido con el peso de las teleóginas por grupo (Castillo et al.,

2016; Jonsson et al., 2007; Abbott, 1925). La fórmula utilizada fue:

$$\text{ER: Peso de los huevos} * \% \text{ eclosión} / \text{Peso de las garrapatas}$$

Eficacia de productos. En el presente estudio se entendió que la eficacia de los productos comerciales es el máximo efecto *in vitro* que causa un producto sobre la eficiencia reproductiva de las teleóginas (Abbott, 1925). El umbral de eficacia para evaluar a cada uno de los productos comerciales del presente estudio fue $\geq 90\%$, siendo el nivel mínimo aceptado internacionalmente (Castillo et al., 2016; Nari & Martins, 2003).

Para estimar la eficacia de cada producto se aplicó el siguiente cálculo:

$$\text{Eficacia del producto} = \frac{\text{ER del grupo control} - (\text{ER del grupo tratado} \times 100)}{\text{ER del grupo control}}$$

Resultados

El peso en gramos de las garrapatas de los 6 grupos evaluados (5 productos comerciales y un grupo control, $n= 100$ cada grupo) al inicio del experimento presentaron una media aritmética de 10.67, una mediana de 10.76 y una desviación estándar de 0.27; cumpliendo con el supuesto de normalidad (Shapiro-Wilk: $W = 0.92167$, $P\text{-valor} = 0.3001$) y la ausencia de valores sobre dispersos. Por otra parte, el análisis ANDEVA con corrección de Welch propone diferencia significativa del peso de los huevos ovopositados entre los grupos debido a la aplicación de los productos ($F = 1544.1$, $\text{num df} = 5$, $\text{denom df} = 2.3596$, $P\text{-valor} = 0.0002$). Los resultados de la prueba *Post-Hoc* con la corrección de Bonferroni se presenta en la Tabla 1. Sin embargo, el grupo que ofrece las mayores diferencias es el producto 5 (cipermetrina) respecto los otros productos aplicados.

Tabla 1. Prueba *Post-Hoc* con la corrección de Bonferroni para comparación de las diferencias entre los grupos.

	Grupo Control	Producto 4: coumaphos	Producto 5: cipermetrina	Producto 3: amitraz.	Producto 1: cipermetrina, clorpirifós, butóxido de piperonilo.
Producto 4: Coumaphos	1.10E-06	-	-	-	-
Producto 5: Cipermetrina	6.20E-06	0.0034	-	-	-
Producto 3: Amitraz.	8.60E-07	1	0.0015	-	-
Producto 1: cipermetrina, clorpirifós, Butóxido de piperonilo.	7.70E-07	1	0.001	1	-
Producto 2: cipermetrina, ethion, butóxido de piperonilo.	8.70E-07	1	0.0015	1	1

Los resultados de la tasa de mortalidad, la tasa de ovoposición, la tasa de eclosión, la eficiencia reproductiva y la eficacia del producto se presenta en la Tabla 2. En términos generales, la tasa de mortalidad presento un rango entre 4 al 94%, la tasa de ovoposición presentó un rango entre 0 al 95%, la tasa de eclosión presentó un rango entre 0 al 100%, la tasa reproductiva presentó un rango entre 0 al 95%, y la eficacia de los productos presentó un rango entre 68 al 95%. Cuatro de los productos comerciales obtuvieron una eficacia superior al 90%, mientras que únicamente un producto (5: cipermetrina) presentó una eficacia del 68%.

Tabla 2. Tasa de mortalidad, la tasa de ovoposición, la tasa de eclosión, la eficiencia reproductiva y la eficacia *in vitro* de 5 productos comerciales contra *R. microplus*.

Tratamiento	Tasa de mortalidad %	Tasa de ovoposición %	Tasa de eclosión %	Eficiencia reproductiva %	Eficacia del producto %
Control	4	95	100	95	-----
Producto 1: cipermetrina, clorpirifós, Butóxido de piperonilo. (combinación de Piretroide, organofosforado y amida)	94	0	0	0	95
Producto 2: Cipermetrina, ethion, butóxido de piperonilo. (combinación de piretroide, organofosforado y sinérgico de plaguicida)	65	2	25	1	94
Producto 3: Amitraz. (amida)	68	2	25	1	93
Producto 4: Coumaphos (organofosforado)	93	5	25	1	92
Producto 5: Cipermetrina (Piretroide)	33	30	75	30	68

Discusión

Los resultados del presente estudio sugieren que cuatro de cinco productos comerciales evaluados, son eficaces de manera *in vitro* para el control de *Rhipicephalus microplus* en Catacamas, Olancho, Honduras. Por consiguiente, los productores de ganado bovino en esta región disponen de herramientas químicas para el control de este ectoparásito. Además, la eficacia de la cipermetrina observada en el presente estudio (68%) sugiere la necesidad de una regulación en la venta, distribución y uso de este principio activo en el hato bovino de Catacamas, Honduras.

Los problemas de eficacia de la cipermetrina contra *R. microplus* en Catacamas, Honduras, podrían explicarse debido al amplio uso de esta molécula para el control de las garrapatas que afectan al ganado vacuno. Es necesario resaltar que, de los cinco productos comerciales evaluados de manera *in vitro* en el presente estudio, tres de estos contienen cipermetrina (Productos 1, 2 y 5, Tabla 2). Lo anterior supone un aumento en la frecuencia de exposición y variación de las dosis administradas de cipermetrina (los productos presentan diferentes concentraciones), modificando la capacidad de *R. microplus* a tolerar las dosis recomendadas. Por consiguiente, es necesario considerar una suspensión del uso de la cipermetrina y de su combinación con otras moléculas químicas en productos comerciales en Catacamas, Honduras.

La resistencia del ectoparásito *R. microplus* respecto a diferentes formulaciones de ixodicidas pueden variar, dependiendo del uso por parte de los veterinarios y ganaderos. Por ejemplo, la campaña nacional de erradicación de la garrapata en México (1974-1984) causó la resistencia a antiparasitarios por el abuso de coumaphos, clorpirifós y ethion (Rodríguez et al., 2012). Lo anterior provocó que a partir del año 1986 se utilizaran piretroides sintéticos (por ejemplo, la cipermetrina) como una herramienta alterna para contrarrestar los problemas de resistencia provocados por el abuso de coumaphos, clorpirifos y ethión. Lo anterior es un ejemplo de cómo la resistencia puede variar según los principios activos ampliamente aplicados en una región geográfica. No obstante, el problema de resistencia en México es contrario a los observado en Catacamas, Honduras, en donde la cipermetrina presenta una baja eficacia del 68%, y los productos con coumaphos y ethion presentan una eficacia superior al 90%. Es necesario educar a los usuarios de ixodicidas en Catacamas, Honduras, acerca del efecto de las prácticas de antiparasitarios, evitando el abuso de las mismas moléculas, y promoviendo la rotación de productos y principios activos.

Por otra parte, es necesaria la implementación de un control integrado de parásitos, debido a que la rotación y combinación de moléculas químicas no es suficiente para abordar las infestaciones por garrapatas. El sometimiento total por parte de los productores a un solo método de control (especialmente el control químico) es poco sustentable y rentable a largo plazo en la ganadería bovina (Nari & Martins, 2003; Villar et al., 2016). Por ejemplo, un estudio de resistencia de *R. microplus* en Colombia, sugiere gran variación de eficacia entre fincas que rotan la combinación de clorpirifós con cipermetrina (22-93%), frente al organofosforado ethión (99-100%) (Cuore,

Solari & Trelles, 2017). Además, en otros sitios de Colombia se reporta una resistencia del 44% por parte de productos organofosforados utilizados para el control de *R. microplus* (Bravo et al., 2008; Sumano & Ocampo, 2006). Por consiguiente, es necesario comprender que existen mecanismos de adaptación de *R. microplus* que los hace resistentes a los productos químicos con variaciones mediadas por el ser humano. Además, las garrapatas al igual que otros insectos presentan poblaciones viables establecidas en espacio y tiempo, adaptadas a condiciones ambientales que podrían ser extremas para otras formas de vida (como los bovinos introducidos en sistemas extensivos).

En el caso de Catacamas, Honduras, es una zona geográfica rodeada de reservas naturales estatales, con una ganadería poco especializada, de poco nivel tecnológico y de baja productividad. Este sistema de producción bovina está caracterizado por la ocupación de grandes extensiones de tierra, manteniendo a los bovinos en sitios que colindan u ocupan bosque nativo, el cual, puede servir como nicho ecológico favorable para *R. microplus* (temperaturas, humedad, vegetación y animales susceptibles). Sin embargo, para el desarrollo de un control integral de parásitos es necesario estimular la investigación aplicada, validada en el sistema bovino de Catacamas, Honduras. Esto supone la participación de los productores, los veterinarios y la academia en programas de investigación y capacitación para el control de *R. microplus*: estudios epidemiológicos que sugieran el momento ideal para usar control químico; manejo, descanso, alternación y rotación del pastoreo para reducir la cantidad de larvas; y sistemas silvopastoriles. Además, lo anterior se complementa con el incremento de la inmunidad de los bovinos, suplementando nutricionalmente con minerales, nitrógeno no proteico y proteína de alto valor biológico, selección genética de los animales, programas profilácticos adecuados, el confinamiento de animales en gestación y lactancia y el control biológico de garrapatas con especies nativas depredadoras (Nari y Martins, 2003).

Es necesario mencionar que varios de los productos del presente estudio que mostraron alta eficacia son combinaciones de organofosforados, diamidas y piretroides. La combinación y sinergia de diferentes ingredientes activos explicaría la eficacia superior al 90%, a pesar de la resistencia de *R. microplus* a la cipermetrina (Monterresino y Brewer, 2001; López, Grisi, Gomez, Valencia & Gonzales, 2009). No obstante, la sinergia con piretroides debería considerarse con reserva, dado que se estaría perpetuando el efecto de resistencia hacia esta familia de productos

en el sitio de estudio del presente estudio. Nosotros recomendamos aplicar el principio precautorio, suspendiendo el uso de piretroides en Catacamas, Honduras, debido a la baja eficacia reportada en países próximos a Centroamérica y el contrabando de ganado con los países vecinos lo que puede favorecer el intercambio transfronterizo de garrapatas (Sumano & Ocampo, 2006; López et al., 2009; Nápoles, Sebasco, Colas & López, 2016; Villarroel et al., 2006; Chen y Wilson, 2009).

El presente estudio sugiere la eficacia de 4 productos comerciales de forma *in vitro* para el control de *R. microplus* en Catacamas, Honduras. Esto hace necesario realizar estudios *in vivo* de los 4 productos con alta eficacia (Tabla 2) en fincas ganaderas. Además, es necesario explorar la eficacia de estos productos en otras especies de garrapatas presentes, como por ejemplo *Amblyomma cajennense* (Novakova et al., 2015). También es necesario estudiar las prácticas de los ganaderos y veterinarios respecto al uso de productos comerciales para el control de garrapatas en relación a las abundancias en los pastos y de los niveles de infestación durante el año. Esta información debería complementarse con un programa de control integral de parásitos, liderado por la academia y asociaciones de ganaderos.

Referencias

- Abbott, W. A method of computing the effectiveness of an insecticide. (1925). J. Econ. Entomol. 18, 256-257. <https://doi.org/10.1093/jee/18.2.265a>
- Alonso, M. A., Rodríguez, R.I., Fragoso, H., & Rosario, R.R. (2006). Resistencia de la garrapata *Boophilus microplus* a los ixodicidas. Archivos de Medicina Veterinaria. 38 (2), 105-113. <https://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2006000200003>
- Álvarez, V., Loaiza, J., Bonilla, R., & Barrios, M. (2008). Control in vitro de garrapatas (*Boophilus microplus*; acari: ixodidae) mediante extractos vegetales. Rev. Biol. Trop. 56(1), 291-302. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/5525/5271>
- Araque, A., Ujueta, S., Bonilla, R., Gómez, D., & Rivera, J. (2014). Resistencia a

- acaricidaixodicidas en *Rhipicephalus (boophilus) microplus* de algunas explotaciones ganaderas de Colombia. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*. 17(1), 161-170. <https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/article/view/951>
- Bermúdez, S.E., Miranda, R., & Medianero, E. (2006). Ectoparásitos de mamíferos domésticos en Panamá oriental, con notas sobre su importancia médica y veterinaria. *Scientia (Panamá)*. 21(1), 19-32. <https://revistasvip.up.ac.pa/index.php/scientia/article/view/478>
- Bravo, M.J., Coronado, A., & Henríquez, H. (2008). Eficacia in vitro del amitraz sobre poblaciones de *Boophilus microplus* provenientes de explotaciones lecheras del estado Lara, Venezuela. *Revista de Zootecnia Trop*. 26(1). <http://www.bioline.org.br/pdf?zt08005>
- Castillo, C., Pinedo, R., Rodríguez, L., & Chávez, A. (2016). Evaluación de tres formulaciones comerciales de aplicación Pour on bajo condiciones de campo y su efecto in vitro en el control de *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae) en bovinos de Ceja de Selva. *Rev. Investig. Vet. Perú*. 27(1), 145-157. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v27i1.11446>.
- Chen, L., & Wilson, M. (2009). Tick-Borne Rickettsiosis in Traveler Returning from Honduras. *Emerg Infect Dis*. 15(8), 1321-1323. <https://dx.doi.org/10.3201%2Feid1508.090172>
- Cruz, A., & Camargo, B. (2001). *Glosario de términos de parasitología y ciencias afines*. (1ra Ed.). México: Plaza y Valdés, S.A. de C.V, 157 p.
- Cuore, U., Solari, M., & Trelles, A. (2017). Situación de la resistencia y primer diagnóstico de poblaciones de garrapatas *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* resistente a cinco principios activos en forma simultánea en Uruguay. *Veterinaria (Montevideo)*. 53(205), 13-19. <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/publicaciones/situacion-resistencia-primer-diagnostico-poblaciones-garrapatas>

- de la Fuente, J., Estrada, A., Venzal, J. M., Kocan, K. M., ... Sonenshine D.E. (2008). Overview: Ticks as vectors of pathogens that cause disease in humans and animals. *Front Biosci.* 1(13), 6938-46. <https://doi.org/10.2741/3200>
- Domínguez, D.I., Torres, F., & Cruz, R. (2016). Evaluación económica del control de garrapata *Rhipicephalus microplus* en México. *Revista Iberoamericana de las ciencias biológicas y agropecuarias.* 5 (9). <https://www.ciba.org.mx/index.php/CIBA/article/view/49/188>
- Drummond, R.O., Ernst, S.E., Trevino, J.L., Gladney, W.J., & Graham, O.H. (1973). *Boophilus annulatus* and *Boophilus microplus*: Lab. Test of Insecticides. *J Econ Entomol.* 66, 130-133. <https://doi.org/10.1093/jee/66.1.130>
- Düttmann, C., Flores, B., Kadoch, N., & Bermúdez, S. (2016). Hard ticks (Acari: Ixodidae) of livestock in Nicaragua, with notes about distribution. *Exp Appl Acarol.* 70(1), 125-135. <https://doi.org/10.1007/s10493-016-0059-9>
- García, R. (2020). Evaluación de alternativas fitoterapéuticas y acaricidas sintéticos sobre *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari:Ixodidae) (Tesis de maestría). Universidad Autónoma de Nuevo León, México <http://eprints.uanl.mx/19988/1/1080314471.pdf>
- Gomes, A., Koller, W., de Barros, A. (2011). Susceptibilidad de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* a garrapaticidas en Mato Grosso do Sul, Brasil. *Ciência Rural.* 41(8), 1447-1452. <https://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782011005000105>
- Jonsson, N. N., Miller, R. J., & Robertson, J. L. (2007). Critical evaluation of the modified-adult immersion test with discriminating dose bioassay for *Boophilus microplus* using American and Australian isolates. *Veterinary Parasitology,* 146(3-4), 307-315. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2007.02.031>
- Lagunes, R. E., & Bautista, C.R. (2020). El control inmunológico: Una alternativa contra

garrapatas del ganado bovino. Ecosist. Recur. Agropec, 7(1). e2263.

<https://doi.org/10.19136/era.a7n1.2263>

López, G., Grisi, C., Gómez, J., Valencia, L., & González, D. (2009). Evaluación de una mezcla de Cipermetrina + clorpirifós sobre la garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* en pruebas de campo y de laboratorio en el predio Esteban Jaramillo Román Gómez del Politécnico Colombiano de Marinilla, Antioquia. Revista CES. 4(2).

<https://revistas.ces.edu.co/index.php/mvz/article/view/1032/1904>

Monteresino E, de Brewer M. Diccionario Entomológico. Argentina: Coordinación de Comunicación Institucional. 1ra ed. 2001,135 p.

Moreno, A., López, S., & Corcho, A. (2000). Principales medidas en epidemiología. Salud Pública de México. 42(4), 337-348.

<https://www.saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/6248>

Nápoles, D., Sebasco, K., Colas, M., López, W., & Meireles, T. (2016). Eficacia in vitro de *Morinda citrifolia* L para el Control de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae). Rev Inv Vet Perú. 27 (4), 833-839.

<https://www.redalyc.org/pdf/3718/371849372024.pdf>

Nari, A., & Martins, J. (2003). Resistencia a los antiparasitarios: Estado actual con énfasis en América Latina. Roma, Italia, 52p. <http://www.fao.org/3/y4813s/y4813s.pdf>

Novakova, M., Literak, I., Chevez, L., Martins, T.F., Ogrzewalska, M., & Labruna, M.B. (2015). Rickettsial infections in ticks from reptiles, birds and humans in Honduras. Elsevier. 6(6), 737-742. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1877959X15001168>

Polanco, D. N., & Ríos, L. A. (2016). Aspectos biológicos y ecológicos de las garrapatas duras. Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria, Mosquera. 17 (1), 81-95.

https://www.academia.edu/35478259/Aspectos_biol%C3%B3gicos_y_ecol%C3%B3gicos_de_las_garrapatas_duras

Pulido, A. P., Castañeda, R., Ibarra, H., Gómez, L.D., & Barbosa, A. M. (2016). Microscopía y principales características morfológicas de algunos ectoparásitos de interés veterinario. *Rev. Investig. Vet. Perú.* 27(1), 91-113. <https://doi.org/10.15381/rivep.v27i1.11449>

Rodríguez, R.I., Grisi, L., Pérez, A. A., Silva, H., Torres, J. F., Fragoso, H., Romero, D., Rosario, R., Saldierna, F., & García, D. (2017). Potential economic impact assessment for cattle parasites in Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias.* 8 (1). <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/4305/3719>

Rodríguez, R.I., Hodgkinson, J.E., & Trees, A. J. (2012). Resistencia a los acaricidas en *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*: situación actual y mecanismos de resistencia. *Rev. mex. de cienc. pecuarias.* 3,9-24. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242012000500004

Rodríguez, R.I., Rosado, J.A., Ojeda, M. M., Pérez, L.C., Trinidad, I., & Bolio, M. E. (2014). Control integrado de garrapatas en la ganadería bovina. *Ecosistemas y recursos agropecuarios.* 1(3), 295-308. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6121107>

Sepúlveda, A. L., Pulido, M. O., Rodríguez, J. E., & García, D. J. (2017). Eficiencia in vitro de hongos entomopatógenos y productos químicos sobre *Rhipicephalus microplus*. *Revista Veterinaria y Zootecnia.* 11 (2). <http://vip.ucaldas.edu.co/vetzootec/index.php/english-version/91-coleccion-articulos-espanol/235-eficiencia-in-vitro-de-hongos-entomopatogenos>

Sumano, H.S., & Ocampo, L. (2006). *Farmacología Veterinaria.* (3ra ed.). México: MCGRAW-Hill Interamericana Editores, S.A de C.V.

- Taylor, M., Coop, R., & Wall, R. (2016). *Veterinary Parasitology* (4th ed.). India: Wiley Blackwell, 251 p.
- Thullner, F., Willadsen, P., & Kemp, D. (2007). Acaricide Rotation Strategy for Managing Resistance in the Tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acarina: Ixodidae): Laboratory Experiment with a Field Strain from Costa Rica. *J Med Entomol.* 44(5), 817-821.
<https://academic.oup.com/jme/article/44/5/817/972995>
- Villar, D., Gutiérrez, J., Piedrahita, D., Rodríguez, A., Cortés, J., Góngora, A., Martínez, N., & Chaparro, J. (2016). In vitro resistance to topical acaricides of the cattle tick *rhipicephalus (boophilus) microplus* from four regions of Colombia. *Revista CES Med. Zootec.* 11(3), 58-70. <https://revistas.ces.edu.co/index.php/mvz/article/view/4140/271>
- Villarroel, M., Rodríguez, R.I., Villegas, F., Fragoso, H., Ortiz, A., & Neri, S. (2006). Prevalencia de lecherías con *Boophilus microplus* resistentes a piretroides y factores de riesgo asociados a su presencia en el Departamento de Santa Cruz, Bolivia. *Tec Pecu Méx.* 44 (2), 155-167.
<https://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=61344202>