



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

Josselyn Maryeri Brizo Murillo<sup>1,2</sup> ; Manuel Antonino Lepe-López<sup>2,3\*</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Agricultura, Facultad de Medicina Veterinaria, Catacamas, Olancho, Honduras.

<sup>2</sup>Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Escuela de Estudios de Postgrado, Ciudad de Guatemala, Guatemala.

<sup>3</sup>Universidad Andres Bello, Life Sciences Faculty, Sustainability Research Centre, Santiago, Chile.

\*Correspondencia: [malepelopez@gmail.com](mailto:malepelopez@gmail.com)

Recibido: Julio 2021; Aceptado: Diciembre 2021; Publicado: Mayo 2022.

## RESUMEN

**Objetivo.** El objetivo de la presente investigación fue evaluar la eficacia *in vitro* contra *Rhipicephalus microplus* de cinco productos comerciales empleados en el sitio con mayor producción de bovinos en Honduras. **Materiales y métodos.** Se colectaron garrapatas en cuatro fincas ganaderas en Catacamas (14°50' N, 85°53' S), considerando una cantidad de 300 bovinos, obteniendo aproximadamente 1,000 teleóginas de *R. microplus* para conformar un grupo control con agua destilada y cinco grupos tratamiento, cada grupo incluyó dos réplicas con 50 individuos (n=100). Se realizó el método de inmersión de adultas con cada uno de los cinco productos comerciales y se estimaron las siguientes tasas: mortalidad, ovoposición, eclosión, eficiencia reproductiva y eficacia del producto. **Resultados.** Cuatro de los productos comerciales con los siguientes ingredientes activos (Producto 1: cipermetrina, clorpirifós, butóxido de piperonilo. Producto 2: cipermetrina, etión, butóxido de piperonilo. Producto 3: amitraz. Producto 4: coumafós), mostraron una eficacia superior al 90%. Por otra parte, un producto (Producto 5: cipermetrina), presentó una eficacia del 68%. Este producto de la familia de los piretroides muestra problemas de eficacia con una mortalidad del 33% y una tasa reproductiva del 30%. **Conclusiones.** Uno de los productos evaluados (cipermetrina) presentó una baja eficacia *in vitro* contra *R. microplus* en Catacamas, Honduras. Es necesario modificar el uso de la cipermetrina en esta localidad previniendo posibles problemas de resistencia a ixodicidas.

**Palabras clave:** Acaricidas; amidinas; eficacia; garrapatas; organofosforados; parasitosis; teleóginas (*Fuente: Decs*).

## ABSTRACT

**Objective.** The objective of the present investigation was to evaluate the *in vitro* efficacy against *Rhipicephalus microplus* of five commercial products used in the site with the highest production of cattle in Honduras. **Materials and methods.** Ticks were collected in four cattle farms in Catacamas (14° 50' N, 85° 53' S), considering a quantity of 300 bovines, obtaining approximately 1,000

### Como citar (Vancouver).

Brizo MJM, Lepe-López MA. Evaluación *in vitro* de cinco ixodicidas contra *Rhipicephalus microplus* en Catacamas, Olancho, Honduras. Rev MVZ Córdoba. 2022; 27(2):e2463. <https://doi.org/10.21897/rmvz.2463>



©El (los) autor (es) 2022. Este artículo se distribuye bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Attribution 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), que permite a otros distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de modo no comercial, siempre y cuando den crédito y licencien sus nuevas creaciones bajo las mismas condiciones.

teleogynes of *R. microplus* to form a control group with distilled water and five treatment groups, each group included two replicates with 50 individuals (n=100). The adult 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. **Results.** 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), showed an efficacy greater than 90%. On the other hand, a product (Product 5: cypermethrin), presented an efficiency of 68%. This product of the pyrethroid family shows efficacy problems with a mortality of 33% and a reproductive rate of 30%. **Conclusions.** One of the products evaluated (cypermethrin) showed low in vitro efficacy against *R. microplus* in Catacamas, Honduras. It is necessary to modify the use of cypermethrin in this locality, preventing possible problems of resistance to ixodicidas.

**Keywords:** Acaricides; amidines; effectiveness; ticks; organophosphates; parasitosis; teleogynous (Source: DeCS).

## INTRODUCCIÓN

Las garrapatas son ectoparásitos que afectan a la fauna silvestre, animales domésticos y las personas, creando problemas sanitarios a nivel mundial (1). Estos parásitos pueden transmitir a los vertebrados una diversidad de microorganismos como virus, bacterias, protozoos y helmintos (2). Para la ganadería bovina de carne y leche, las infestaciones por garrapatas son causa importante de pérdida de la productividad, debido al aumento del riesgo de morbilidad y mortalidad de los animales (3).

En el trópico, *Rhipicephalus microplus* es considerado uno de los ectoparásitos más relevantes en la producción de bovinos (4,5) y se estima que el 80% de los bóvidos a nivel mundial, estarían expuestos a la infestación por este parásito (6). Las infestaciones de *R. microplus* pueden disminuir el consumo de alimento, reducir la conversión alimenticia, causar daño en la piel de los bovinos, reducir la producción de leche, transmitir enfermedades y provocar gastos en productos químicos ixodicidas o costos veterinarios por tratamiento de las enfermedades transmitidas (*Babesia bigemia*, *B. bovis*, *Anaplasma marginale*) (7,8). Un país tropical que ha logrado estimar dichos costos (México), reporta aproximadamente USD 573.61 millones de dólares vinculados al tratamiento de *R. microplus* (9).

El método comúnmente utilizado para el control de *R. microplus* en países en desarrollo es el uso de productos químicos ixodicidas, con la intención de causar la muerte de la mayor parte de los individuos y así interrumpir el ciclo biológico de este parásito (1). Sin embargo, reducir el control de garrapatas con la

aplicación de químicos se puede tornar ineficaz, debido al fenómeno de la resistencia a los antiparasitarios (10). De un total de 77 países que están adscritos a la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), el 55% han reportado problemas de resistencia a parásitos externos de rumiantes, entre los cuales se encuentra *R. microplus*.

En un estudio se demostró la presencia de *R. microplus* en cuatro países centroamericanos, incluyendo a Honduras (4,11,12,13), donde también se ha reportado resistencia de 66% a deltametrina, 55-62% a flumetrina, y 58% a ciflutrina. Sin embargo, no se ha evaluado 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 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 del 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 (14). Lo anterior promovería el desarrollo de la resistencia antiparasitaria de poblaciones locales de *R. microplus* a productos químicos, especialmente aquellos de uso habitual.

Debido a la recurrencia de las infestaciones por *R. microplus* en Catacamas, Honduras, se hace necesario estudiar la eficacia de los

productos comerciales utilizados como principal estrategia de control. El objetivo de la presente investigación es evaluar la eficacia *in vitro* de cinco diferentes productos comerciales en las dosis recomendadas, contemplando por primera vez la evaluación de la cipermetrina, debido a su uso frecuente en estrategias de control y presentándose en la fórmula de tres de los cinco productos evaluados.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Lugar de estudio.** El municipio de Catacamas (Olancho, Honduras) reúne a la mayoría del hato bovino de Honduras (14°50' N, 85°53' S). Catacamas, presenta un rango de temperatura anual entre 25°C y 35°C y una humedad relativa promedio de 92%. La producción ganadera se caracteriza por un sistema extensivo de doble propósito (carne y leche), el cual se extiende constantemente, causando tala y quema de bosques, principalmente aquellos cercano a la Reserva Biológica Tawahka.

**Colecta e identificación morfológica.** Se colectaron aproximadamente 1000 teleóginas de *R. microplus*, directamente de bovinos de cuatro fincas ganaderas, durante noviembre de 2019 y enero de 2020. Los propietarios de dichas fincas informaron de manera verbal problemas para controlar infestaciones de *R. microplus*. 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 y posteriormente se transportaron al Laboratorio de Parasitología de la Universidad Nacional de Agricultura en Catacamas, Honduras.

Para la tipificación de *R. microplus* se identificó género y especie de garrapata con la ayuda de un estereoscopio de luz eléctrica (marca Omax, modelo AC100); observando estructuras morfológicas como: palpos, escudo, capítulo e hipostoma para su tipificación como *R. microplus* (5,15,16). Se descartaron teleóginas con lesión en los palpos, carencia de locomoción, y con características morfológicas diferentes a *R. microplus*.

Para la adquisición de los ixodicidas se compraron productos comerciales de venta libre en Catacamas, con las siguientes características: Producto 1 [marca TexVet Max® (aspersión), cipermetrina 15 g, clorpirifós 25 g, Butóxido de piperonilo 1 ml]. Producto 2 [marca Ultrametrin®

(aspersión), cipermetrina 10 g, ethión 40 g, butóxido de piperonilo 10 g]. Producto 3: [marca Fulminado® (aspersión), amitraz 208 g] Producto 4 [marca Asuntol® (aspersión), coumafós 200 g]. Producto 5 [marca Paredon® (aspersión), cipermetrina 150 mg]. Todos los productos recomendados a una dilución de 1 ml de solución en 1000 ml de agua.

**Grupos y réplicas.** De acuerdo a 5 productos comerciales a evaluar se conformaron 6 grupos de estudio (incluyendo un grupo control). Cada grupo se conformó por 50 teleóginas y una réplica (n=100). Las garrapatas fueron lavadas con agua destilada para retirar residuos, secadas con papel absorbente y pesadas en una balanza analítica con una precisión de 0.0001 g para conformar los grupos con similitud de peso.

Se realizó la técnica de inmersión de adultas (24) que consiste en sumergir durante 3 minutos en 20 ml de solución con la dosis recomendada a cada una de las réplicas de los productos comerciales utilizando como vehículo agua destilada en frascos beaker con capacidad de 500 ml. La dosis de los productos administrada fue de acuerdo con descripciones de cada uno de los fabricantes (4,17,18). El exceso de producto comercial se absorbió con papel de celulosa. Se observaron hasta 30 días a temperatura y humedad ambiente, con un fotoperiodo de 12 horas luz a los individuos de los seis grupos estimando la tasa de mortalidad, la tasa de ovoposición, la tasa de eclosión, la eficiencia reproductiva y la eficacia de los productos comerciales según lo propuesto por Drummond et al., 1973 (4,19,20). 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. 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 (17).

**Tasa de mortalidad.** La tasa de mortalidad para el presente estudio se definió como la cantidad de individuos muertos en un período dado (21,22). Las teleóginas con cambio de color, con carencia de movimientos intestinales y ausencia de locomoción se consideraron muertas durante los días de observación (17). 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 (23). La fórmula utilizada para calcular la tasa de mortalidad fue:

$$\text{Tasa de mortalidad} = \frac{\sum \text{garrapatas muertas}}{\sum \text{Total de garrapatas}} \times 100$$

**Tasa de ovoposición.** La ovoposición se define como el proceso de postura de los huevos a partir del cuerpo de la hembra (24,22). 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 ambiental 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 (17). La fórmula utilizada para calcular la tasa de ovoposición fue:

$$\text{Tasa de ovoposición} = \frac{\text{Peso de los huevos}}{\text{Peso de teleóginas}} \times 100$$

**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 (16) con tres lecturas de tres personas diferentes. 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 la capacidad que tiene una garrapata ingurgitada para convertir parte de su peso inicial en larvas viables (19,25). Se estimó con el peso de los huevos por grupo, multiplicado por el porcentaje de eclosión, dividido con el peso de las teleóginas por grupo (18,25,26). La fórmula utilizada fue:

$$\text{Eficiencia reproductiva} = \frac{\text{Peso de los huevos} \times (\% \text{ eclosión})}{\text{Peso de teleóginas}}$$

**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 (26). 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 (18,27).

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

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

**Análisis estadístico.** Se exploró la tendencia central y el supuesto de normalidad del peso de teleóginas y de los huevos con una prueba de Shapiro-Wilk. Se realizó un análisis descriptivo para explorar posible variación, valores sobre dispersos y homocedasticidad de los datos. Se aplicó un Análisis de Varianza (ANDEVA) con corrección de Welch (que considera la heterocedasticidad de datos) para identificar la existencia del efecto de los productos comerciales sobre los datos del peso de huevos ovopositados para cada grupo (la hipótesis nula sería igualdad del peso dada la carencia del efecto de ixodicidas). Posteriormente se aplicó una prueba *Post-Hoc* con la corrección de Bonferroni para identificar los productos causantes de las diferencias según cada uno de los datos estimados.

## RESULTADOS

El peso en gramos de las garrapatas de los seis grupos evaluados al inicio del experimento presentaron una media aritmética de 10.67 g, una mediana de 10.76 g y una desviación estándar de 0.27 g; 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 en gramos 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.

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 presentó un rango entre 33 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 1.** Prueba *Post-Hoc* con la corrección de Bonferroni para comparación de las diferencias del peso en gramos de los huevos ovopositados entre los seis grupos.

	Grupo Control	Producto 4: coumafós	Producto 5: cipermetrina	Producto 3: amitraz.	Producto 1: cipermetrina, clorpirifós, butóxido de piperonilo.
Producto 4: Coumafós	$1.10 \times 10^{-06}$	-	-	-	-
Producto 5: Cipermetrina	$6.20 \times 10^{-06}$	0.0034	-	-	-
Producto 3: Amitraz.	$8.60 \times 10^{-07}$	1	0.0015	-	-
Producto 1: cipermetrina, clorpirifós, Butóxido de piperonilo.	$7.70 \times 10^{-07}$	1	0.001	1	-
Producto 2: cipermetrina, ethión, butóxido de piperonilo.	$8.70 \times 10^{-07}$	1	0.0015	1	1

**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 sinérgico de plaguicida)	94	0	0	0	95
Producto 2: Cipermetrina, ethión, 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: Coumafós (organofosforado)	93	5	25	1	92
Producto 5: Cipermetrina (Piretroide sintético)	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 eficientes 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. Lo anterior debe ser tomado con cautela debido a que el presente estudio está basado en las dosis recomendadas por los fabricantes de los productos, siendo

necesario continuar con análisis más profundos que contemplen diseños experimentales con dosis discriminantes por cada una de las moléculas químicas.

Las dificultades 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, tres 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 regularización 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 coumafós, clorpirifós y ethión (3). 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 estos organofosforados. Esto 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 al observado en Catacamas, Honduras, en donde la cipermetrina muestra una baja eficacia del 68%, y los productos con coumafós y ethión presentan una eficacia superior al 90%. Es necesario asesorar a los usuarios ganaderos 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. En el caso de veterinarios, es necesario continuar las evaluaciones de eficacia en más sitios de Honduras y en distintas épocas del año.

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 controlar las infestaciones por garrapatas. La reducción terapéutica 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 (27,28). 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%) (30). Además, en otros sitios de Colombia se reporta una resistencia del 44% por parte de productos organofosforados utilizados para el control de *R. microplus* (17,30). 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 artrópodos presentan variaciones poblacionales en espacio y tiempo, siendo estas desconocidas para el lugar del presente estudio y que podrían contribuir a establecer planes efectivos de control (por ejemplo, se puede determinar los meses del año con mayores abundancias, sugiriendo aumentar los esfuerzos de control en dicha época).

En el caso de Catacamas, Honduras, está situado en 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 suelo, 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 (27).

Es necesario mencionar que dos de los productos del presente estudio que mostraron alta eficacia son combinaciones de organofosforados, piretroides y sinérgicos plaguicidas. La combinación y sinergia de diferentes ingredientes activos explicaría la eficacia superior al 90%, a pesar de la resistencia de *R. microplus* al piretroide denominado cipermetrina (23,31). No obstante, la sinergia con piretroides debería considerarse con reserva, dado que se estaría perpetuando las dificultades de eficacia hacia esta familia de productos en el sitio del presente

estudio. Por lo que se recomienda 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 ganado con alta infestación de garrapatas (30,31,32,33,34).

El presente estudio sugiere la eficacia de cuatro productos comerciales de forma *in vitro*, y problemas de eficacia de un producto para el control de *R. microplus* en Catacamas, Honduras. Debido a que el lugar de estudio es el área de mayor producción bovina de este país, es prudente modificar las prácticas respecto al uso de químicos oxidicidas, reduciendo la posibilidad de provocar en el futuro problemas de eficacia para otros principios activos. Esto hace necesario realizar estudios *in vivo* de los

cuatro productos con alta eficacia (Tabla 2) en fincas ganaderas. Además, es de importancia explorar la eficacia de estos productos en otras especies de garrapatas presentes, como por ejemplo del género *Amblyomma* (35). También es necesario estudiar las prácticas de los ganaderos y veterinarios respecto al uso de productos comerciales para el control de garrapatas en relación con 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.

### Conflictos de interés

Los autores afirman no tener conflictos de interés respecto a la presente investigación.

## REFERENCIAS

1. Lagunes R, Bautista C. El control inmunológico: Una alternativa contra garrapatas del ganado bovino. *Ecosist Recur Agropec.* 2020; 7(1):e2263. <https://doi.org/10.19136/era.a7n1.2263>
2. Boulanger N, Boyer P, Talagrand-Reboul E, Hansmann Y. Ticks and tick-borne diseases. *Med Mal Infect.* 2019; 49(2):87-97. <https://doi.org/10.1016/j.medmal.2019.01.007>
3. Rodríguez R, Hodgkinson J, Trees A. Resistencia a los acaricidas en *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus*: situación actual y mecanismos de resistencia. *Rev Mex Cienc Pecuarias.* 2012; 3(1):9-24. <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/1825>
4. Alonso M, Rodríguez R, Fragoso H, Rosario R. Resistencia de la garrapata *Boophilus microplus* a los ixodicidas. *Arch Med Vet.* 2006; 38(2):105-113. <https://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2006000200003>
5. Polanco D, Ríos L. Aspectos biológicos y ecológicos de las garrapatas duras. *Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria.* 2016; 17(1):81-95. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol17\\_num1\\_art:463](https://doi.org/10.21930/rcta.vol17_num1_art:463)
6. Sepúlveda A, Pulido M, Rodríguez J, García D. Eficiencia *in vitro* de hongos entomopatógenos y productos químicos sobre *Rhipicephalus microplus*. *Rev Med Vet.* 2017; 11(2):67-80. <https://dx.doi.org/10.17151/vetzo.2017.11.2.6>
7. Domínguez D, Torres F, Rosario-Cruz R. Evaluación económica del control de garrapata *Rhipicephalus microplus* en México. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias.* 2016; 5(9):43-52. <https://www.ciba.org.mx/index.php/CIBA/article/view/49/188>
8. Kocan K, de la Fuente J, Blouin E, Coetzee J, Ewing S. The natural history of *Anaplasma marginale*. *Vet Parasitol.* 2010; 167(2-4):95-107. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2009.09.012>
9. Rodríguez R, Grisi L, Pérez A, Silva H, Torres J, Fragoso H, et al. Potential economic impact assessment for cattle parasites in Mexico. *Rev Mex Cienc Pecu.* 2017; 8(1):61-74. <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/4305/3719>

10. Rodríguez R, Rosado J, Ojeda M, Pérez L, Trinidad I, Bolio M. Control integrado de garrapatas en la ganadería bovina. *Ecosist Recur Agropec*. 2014; 1(3):295-308. <https://era.ujat.mx/index.php/rera/article/view/660/566>
11. Bermúdez S, Miranda R, Medianero E. Ectoparásitos de mamíferos domésticos en Panamá oriental, con notas sobre su importancia médica y veterinaria. *Scientia*. 2006; 21(1):19-32. <http://phthiraptera.info/sites/phthiraptera.info/files/68855.pdf>
12. Düttmann C, Flores B, Kadoch N, Bermúdez S. Hard ticks (Acari: Ixodidae) of livestock in Nicaragua, with notes about distribution. *Exp Appl Acarol*. 2016; 70(1):125-135. <https://doi.org/10.1007/s10493-016-0059-9>
13. Thullner F, Willadsen P, Kemp D. 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*. 2007; 44(5):817-821. <https://doi.org/10.1093/jmedent/44.5.817>
14. Pulido A, Castañeda R, Ibarra H, Gómez L, Barbosa A. Microscopía y principales características morfológicas de algunos ectoparásitos de interés veterinario. *Rev Investig Vet Perú*. 2016; 27(1):91-113. <https://doi.org/10.15381/rivep.v27i1.11449>
15. Tidwell J, Treviño D, Thomas D, Mitchell III, Heerman M, de León A, Lohmeyer K. Pictorial dissection guide and internal anatomy of the cattle tick, *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus* (Canestrini). *Ticks Tick-borne Dis*. 2021; 12(3):101685. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2021.101685>
16. Araque A, Ujueta S, Bonilla R, Gómez D, Rivera J. Resistencia a acaricidaixodícidas en *Rhipicephalus* (*boophilus*) *microplus* de algunas explotaciones ganaderas de Colombia. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*. 2014; 17(1):161-170. <https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/article/view/951>
17. Bravo M, Coronado A, Henríquez H. Eficacia in vitro del amitraz sobre poblaciones de *Boophilus microplus* provenientes de explotaciones lecheras del estado Lara, Venezuela. *Zootec Trop*. 2008; 26(1):35-40. <http://www.bioline.org.br/pdf?zt08005>
18. Castillo C, Pinedo R, Rodríguez L, Chávez A. 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*. 2016; 27(1):145-157. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v27i1.11446>
19. Gomes A, Koller W, de Barros A. Suscetibilidade de *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus* a garrapaticidas en Mato Grosso do Sul, Brasil. *Ciência Rural*. 2011; 41(8):1447-1452. <https://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782011005000105>
20. Jain P, Satapathy T, Pandey R. First Report on Efficacy of Citrus limetta Seed Oil in Controlling Cattle Tick *Rhipicephalus microplus* in Red Sahiwal Calves. *Vet Parasitol*. 2021; 219:108017. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2021.109508>
21. Moumouni P, Aplogan G, Katahira H, Gao Y, Guo H, Efstratiou A, Xuan X. Prevalence, risk factors, and genetic diversity of veterinary important tick-borne pathogens in cattle from *Rhipicephalus microplus*-invaded and non-invaded areas of Benin. *Ticks Tick Borne Dis*. 2018; 9(3):450-464. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2017.12.015>
22. Álvarez V, Loaiza J, Bonilla R, Barrios M. Control in vitro de garrapatas (*Boophilus microplus*; acari: ixodidae) mediante extractos vegetales. *Rev Biol Trop*. 2008; 56(1):291-302. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/5525/5271>
23. Gálvez A, Segura R, Gómez-Vázquez A. Control biológico de *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus* con hongos entomopatógenos/Biological Control of *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus* with Entomopathogenic Fungi. *CIBA*. 2017; 6(12):33-62. <https://doi.org/10.23913/ciba.v6i12.68>

24. Drummond R, Ernst S, Trevino J, Gladney W, Graham O. *Boophilus annulatus* and *Boophilus microplus*: Lab. Test of Insecticides. *J Econ Entomol.* 1973; 66(1):130-133. <https://doi.org/10.1093/jee/66.1.130>
25. Jonsson N, Miller R, Robertson J. Critical evaluation of the modified-adult immersion test with discriminating dose bioassay for *Boophilus microplus* using American and Australian isolates. *Vet Parasitol.* 2007; 146(3-4):307-315. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2007.02.031>
26. Abbott W. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J Econ Entomol.* 1925; 18(2):256-257. <https://doi.org/10.1093/jee/18.2.265a>
27. Torrents J, Sarli M, Rossner M, Toffaletti J, Morel N, Martínez C, Nava, S. Resistance of the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* to ivermectin in Argentina. *Vet Sci Res J.* 2020; 132(2020):332-337. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2020.07.012>
28. Villar D, Gutiérrez J, Piedrahita D, Rodríguez A, Cortés J, Góngora A, Martínez N, Chaparro J. In vitro resistance to topical acaricides of the cattle tick *rhipicephalus (boophilus) microplus* from four regions of Colombia. *Revista CES Med Zootec.* 2016; 11(3):58-70. <https://revistas.ces.edu.co/index.php/mvz/article/view/4140/271>
29. Miraballes C, Riet-Correa F. A review of the history of research and control of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, babesiosis and anaplasmosis in Uruguay. *Exp. Appl. Acarol.* 2018; 75(4):383-398. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10493-018-0278-3>
30. Chigure G, Sharma A, Kumar S, Fular A, Sagar S, Nagar G, Ghosh S. Role of metabolic enzymes in conferring resistance to synthetic pyrethroids, organophosphates, and phenylpyrazole compounds in *Rhipicephalus microplus*. *Int J Acarol.* 2018; 44(1):28-34. <https://doi.org/10.1080/01647954.2017.1400588>
31. López G, Grisi C, Gómez J, Valencia L, González D. 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.* 2009; 4(2):57-65. <https://revistas.ces.edu.co/index.php/mvz/article/view/1032/1904>
32. Nápoles D, Sebasco K, Colas M, López W, Meireles T. Eficacia in vitro de *Morinda citrifolia* L para el Control de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae). *Rev Inv Vet Perú.* 2016; 27(4):833-839. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/veterinaria/article/view/12562/0>
33. Villarroel M, Rodríguez R, Villegas F, Fragoso H, Ortiz A, Neri S. 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.* 2006; 44(2):155-167. <https://177.242.149.223/index.php/Pecuarías/article/view/1752>
34. Chen L, Wilson M. Tick-Borne Rickettsiosis in Traveler Returning from Honduras. *Emerg Infect Dis.* 2009; 15(8):1321-1323. <https://dx.doi.org/10.3201%2F1508.090172>
35. Novakova M, Literak I, Chevez L, Martins T, Ogrzewalska M, Labruna M. Rickettsial infections in ticks from reptiles, birds and humans in Honduras. *Ticks Tick Borne Dis.* 2015; 6(6):737-742. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1877959X15001168>