

## *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* Murrell & Barker, 2003 (Ixodida: Ixodidae) evaluación de la efectividad de acaricidas sobre sus poblaciones en el Tolima medio\*

Jeison Yaima-Yate<sup>1</sup>, Edgar Díaz-Rivera<sup>2</sup>

### Resumen

**Objetivos.** Determinar la efectividad de acaricidas en poblaciones de campo de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* colectadas en fincas ganaderas de los municipios de Ibagué, Espinal y Cajamarca, departamento del Tolima. **Metodología.** En 12 fincas se colectaron 1200 teleginas de *R. microplus* que fueron sometidas a una prueba de inmersión de adultas (PIA) modificada, a fin de evaluar cuatro acaricidas comúnmente usados en la región: cipermetrina al 15%, amitraz al 20,8%, etión al 84% e ivermectina al 1%. Se calcularon parámetros como la eficiencia reproductiva y el porcentaje de eclosión, con los cuales se determinó la eficacia de cada acaricida. **Resultados.** Se encontró que en el 91,66% de los predios evaluados las poblaciones de *R. microplus* fueron resistentes a la cipermetrina, el 91,66% al amitraz, 75% a etión y 66,66% a ivermectina, evidenciando pérdida de eficacia de estos químicos. **Conclusión.** Se demostró la alta dispersión de resistencia a los acaricidas de uso frecuente en campo para el control de poblaciones de *R. microplus* en tres municipios del Tolima, denotando la necesidad de establecer nuevas estrategias de control que permitan limitar las infestaciones de la garrapata común del ganado.

**Palabras clave:** Ácaros; organofosforados; piretroides; plaguicidas.

## *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* Murrell & Barker, 2003 (Ixodida: Ixodidae) evaluation of the effectiveness of acaricides on populations from Tolima middle

### Abstract

**Objectives:** To determine the effectiveness of acaricides in field populations of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* collected in cattle farms in the municipalities of Ibagué, Espinal and Cajamarca, department of Tolima. **Methodology:** A total of 1200 telegines of *R. microplus* were collected in 12 farms and subjected to a modified adult immersion test (AIT) in order to evaluate four commonly used acaricides in the region: cypermethrin 15%, amitraz 20.8 %, 84% ethion and 1% ivermectin. Parameters such as reproductive efficiency and hatching

\*FR: 26-II-2020. FA: 19-X-2021.

<sup>1</sup> MVZ, MSc. Programa de Maestría en Ciencias Pecuarias, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad del Tolima. E-mail: jayaimay@ut.edu.co.

 orcid.org/0000-0001-8635-3306 **Google Scholar**

<sup>2</sup> MVZ, MSc. Laboratorio de Parasitología Veterinaria, Grupo de investigación END, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia. E-mail: ediazr@ut.edu.co

 orcid.org/0000-0003-3317-9759 **Google Scholar**



### CÓMO CITAR:

Yaima-Yate, J., Díaz-Rivera, E. (2022). *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* Murrell & Barker, 2003 (Ixodida: Ixodidae) evaluación de la efectividad de acaricidas sobre sus poblaciones en el Tolima medio. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. Univ. Caldas*, 26(1), 25-40. <https://doi.org/10.17151/bccm.2022.26.1.2>



percentage were calculated, with which the efficacy of each acaricide was determined. **Results:** It was found that in 91.66% of the farms evaluated the populations of *R. microplus* were resistant to cypermethrin, 91.66% to amitraz, 75% to ethion and 66.66% to ivermectin, showing loss of efficacy of these chemicals. **Conclusion:** The high dispersion of resistance to the acaricides frequently used in the field for the control of populations of *R. microplus* in three municipalities of Tolima was demonstrated, denoting the need to establish new control strategies that allow limiting infestations of the common cattle tick.

**Key words:** Mites; organophosphates; plaguicidas; pyrethroids.

## Introducción

*Rhipicephalus* hace parte de la familia Ixodidae, conocida como garrapatas duras, por poseer un escudo protector rico en quitina (Polanco-Echeverry & Ríos-Osorio, 2016; Rivera-Páez *et al.*, 2018). Estos especímenes pueden presentar un tamaño de 1 a 20 mm de longitud, poseen un escudo dorsal completo duro rico en quitina en el caso de los machos e incompleto o parcialmente cubierto por el escudo en la parte anterior de las hembras, larvas y ninfas, lo que les permite crecer y agrandarse lo suficiente para lograr contener hasta dos mililitros de sangre (Bendjeddou *et al.*, 2017). Las características morfológicas más representativas de una teleogina se muestran en la figura 1.



**Figura 1.** Principales características morfológicas de un espécimen hembra.  
Fuente. Original de los autores.

Las infestaciones por *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* así como los hemoparasitos de importancia sanitaria que transmiten, *Babesia* spp. y *Anaplasma* spp. generan anemia, alteraciones neurológicas y disminución en la producción bovina; efectos negativos que afectan económicamente a los ganaderos (Araque, 2014; Corley, 2013; Lopes *et al.*, 2013; Polanco-Echeverry & Ríos-Osorio, 2016; Villar *et al.*, 2016). Por otro lado la garrapata del ganado *R. microplus* es muy fértil ya que una teleogina puede llegar a consumir hasta 3 ml de sangre diaria y ovopositar 4000 huevos aproximadamente (Busch, 2014; Maciel *et al.*, 2015).

El tratamiento para controlar las infestaciones de esta garrapata se basa principalmente en el uso de compuestos químicos sintéticos (Cruz *et al.*, 2014; Gomes *et al.*, 2015). Los productos disponibles en el mercado colombiano incluyen los organofosforados, piretroides sintéticos y amidinas cuya aplicación se realiza de forma tópica mediante baños de aspersión, lactonas macrocíclicas de uso parenteral o fenilpirazolonas y benzoilfenilureas de aplicación tópica en el dorso del animal (Domingues *et al.*, 2012; Shyma *et al.*, 2015).

La utilización de acaricidas químicos para controlar garrapatas es un factor clave para mejorar la producción, pero los esfuerzos para combatir estas infestaciones de garrapatas en la mayoría de las fincas ganaderas colombianas son afectados por prácticas incorrectas de manejo y aplicación de los productos, caracterizadas por el uso excesivo y desordenado de los mismos lo que aumenta los costos de producción y acelera la selección de resistencia de los parásitos, representando un problema económico de importancia en la producción bovina (De Oliveira *et al.*, 2012; Calligaris *et al.*, 2013; Correa *et al.*, 2015; Santana *et al.*, 2013).

La resistencia a acaricidas en *R. microplus* es un problema mundial en aumento ya que el frecuente e inadecuado uso de estos productos ha seleccionado poblaciones de garrapatas capaces de resistir dosis de acaricidas que normalmente serían letales, característica que además es de tipo genético y heredable (Faza *et al.*, 2013; Gomes *et al.*, 2011; Rosario-Cruz *et al.*, 2009).

En Colombia, Rodríguez-Pacheco (2017) evaluó poblaciones de *R. microplus* colectadas de granjas en Boyacá y encontró resistencia en el 94% de las garrapatas analizadas al amitraz, en el 94,4% a piretroides sintéticos y el 90,4% a organofosforados. Villar (2016) reportó que en siete predios ubicados en Arauca, Córdoba, Meta y Valle del Cauca se encontró resistencia en más del 80% de las fincas evaluadas a piretroides y en el 50% al amitraz. Por otro lado, Araque (2014) evaluó 71 predios distribuidos en las cinco regiones naturales de Colombia reportando que en el 89% de las fincas analizadas se registraron diferentes niveles de resistencia al amitraz con valores desde 10% al 90% y hacia el etión 28.8% de los predios tuvieron un nivel de resistencia del 20 al 59%. De esta forma, la

resistencia a químicos constituye un problema general en el país incluyendo el Tolima, donde se han reportado niveles de resistencia en poblaciones de campo de *R. microplus* del 92,1% hacia cipermetrina y 71,1% hacia organofosforados (Díaz, 2013, 2014).

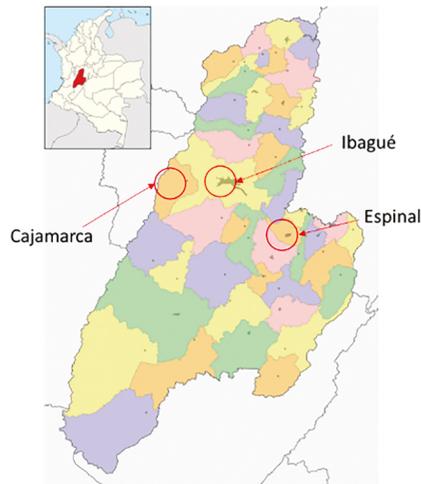
Se han desarrollado pruebas biológicas de susceptibilidad acaricida como la prueba del paquete larval, prueba de inmersión de larvas, prueba tarsal y la prueba de inmersión de adultas (AIT por sus siglas en inglés), esta última ampliamente usada debido a su facilidad de ejecución así como el respaldo de la FAO (2004) (Santos *et al.*, 2013).

En el presente estudio se buscó determinar la eficacia de los acaricidas así como la susceptibilidad de las especies de *R. microplus* a acaricidas mediante la AIT descrita por Drummond *et al.*, (1973), con algunas modificaciones, mencionadas en la metodología en poblaciones de campo en la zona central del Tolima, contemplando los municipios de Ibagué, Espinal y Cajamarca.

## Materiales y métodos

### Localidades

Se evaluaron 12 fincas escogidas aleatoriamente en el municipio de El Espinal (4°08'55"N 74°52'55"O) dentro del ecosistema de trópico bajo y en los municipios de Cajamarca (4°26'12"N 75°25'40"O) e Ibagué (4°26'16"N 75°12'02"O) ubicados en ecosistema de trópico medio del Tolima (Figura 1), municipios cuyo inventario bovino totaliza 58.352 cabezas de ganado distribuidas en 2.159 fincas (ICA, 2018). El tamaño de muestra fue determinado según Abad & Servín (1978), tomando un nivel de confianza del 95%, un margen de error del 10% y un valor  $p = 0,95$  basándose en niveles de resistencia a químicos en *R. microplus* reportados anteriormente. Esta muestra fue estratificada de acuerdo con un índice obtenido entre la población bovina total y el número de predios por municipio, por lo cual se escogieron cinco predios en Cajamarca, cuatro predios en Ibagué y tres predios en El Espinal. Al inicio del estudio se realizó una corta encuesta en cada una de las fincas a fin de determinar características tales como tamaño de la población bovina, razas presentes, tipo de producción, condiciones ambientales, planes sanitarios de control de garrapatas, historial del uso y frecuencia de tratamiento. La ubicación geográfica de los municipios se observa en la figura 2.



**Figura 2.** Ubicación geográfica de los tres municipios donde se realizó el estudio (Sociedad Geográfica de Colombia, 2015).

## Colecta de especímenes

En cada finca se colectaron teleoginas (hembras repletas de sangre) de *R. microplus* desprendiendo cuidadosamente de forma manual los especímenes presentes en cada flanco de al menos cinco bovinos infestados (Andreotti et al., 2011). Las garrapatas se transportaron en recipientes plásticos con suficiente ventilación hasta el Laboratorio de Parasitología Veterinaria de la Universidad del Tolima donde se seleccionaron los individuos para el estudio que presentaran un tamaño mínimo de 7 mm, coloración marrón uniforme y cuerpo con todas sus estructuras, se realizó la identificación taxonómica a través de características morfológicas de la especie (USDA, 1976) y se desarrollaron los protocolos para la prueba biológica.

## Prueba de Inmersión de Adultas (AIT) modificada

Para analizar la susceptibilidad de los especímenes se realizó la prueba PIA (Drummond et al., 1973) con modificaciones como: Se usaron dosis comerciales, el volumen final de solución stock de inmersión fue de 100 ml, el tiempo de inmersión fue de tres minutos, la masa de huevos se pesó a los 14 días, el porcentaje de eclosión se estimó a los 20 días y se hicieron dos réplicas. De esta manera se utilizaron hembras ingurgitadas con un peso mínimo de 150 mg. Los principios activos utilizados fueron: etión 840 ppm, cipermetrina 150 ppm, y amitraz 208 ppm, en presentaciones comerciales y diluidas

de acuerdo con las recomendaciones del fabricante para su uso en campo. Es decir, se diluyó 0.1 ml de cada uno de los productos en 100 ml de agua destilada, manteniendo la recomendación de la casa comercial de dilución de 1 ml en 1 litro de agua. También se evaluó ivermectina inyectable 10 ppm, preparada según FAO (2004) diluyendo 0.1 ml del producto en 9.9 ml de etanol al 1% y Triton X-100 al 0.02%.

Se establecieron cuatro grupos tratamiento, uno por cada acaricida, y un grupo control solo con agua destilada; al evaluar diez hembras por grupo con dos réplicas por tratamiento. Las teleoginas se sumergieron por tres minutos en 100 ml de solución acaricida diluida a la concentración respectiva en agua destilada. Las teleoginas del grupo control se sumergieron solamente en agua destilada. Luego se secaron con papel absorbente y se ubicaron en cajas de Petri en posición decúbito dorsal adhiriéndolas con cinta adhesiva doble faz para su monitoreo bajo condiciones de laboratorio en una estufa de incubación a 28°C y 80% de humedad relativa durante 14 días (Díaz & Vallejo, 2014).

Posteriormente, se pesó la masa total de huevos del grupo de 10 garrapatas que ovopositaron, en cada uno de los tratamientos acaricidas y el control, se depositó en tubos de ensayo de 10 ml con un tapón de algodón para permitir la oxigenación y se dejó en incubación a 28 °C y 80% de humedad (Díaz, 2016). Al cabo de 20 días se estimó el porcentaje de eclosión realizando tres conteos aleatorios de 200 estructuras cada uno entre huevos y cascarones por cada grupo evaluado (Furlong, 2002).

### Estimación de la eficacia acaricida

La eficacia para cada acaricida se obtuvo comparando la reproducción estimada (ER) de todos los grupos de garrapatas tratadas con la ER del grupo control, tomando como parámetros de medida el peso del grupo de teleoginas, el peso de la masa de huevos y el porcentaje de eclosión, realizando el cálculo con la siguiente fórmula (Drummond, 1973):

$$\text{Eficacia reproductiva (ER)} = \frac{\text{Peso de las masas de huevos}}{\text{Peso de los grupos de teleoginas}} \times \frac{\% \text{ de eclosión}}{100} \times 20000^*$$

\*Constante que indica el número estimado de huevos por gramo en *R. microplus*.

A continuación, la ER obtenida de cada grupo tratado se comparó con la del grupo control para calcular el porcentaje de eficacia de cada acaricida, empleando la fórmula descrita por Drummond (1973):

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

Con base en el porcentaje de eficacia del producto, se obtuvo el factor de resistencia al dividir la eficacia esperada (100) entre la eficacia obtenida con cada uno de los productos acaricidas (Díaz, 2016).

## Resultados y Discusión

### Análisis de encuestas

La información de las encuestas arroja que el 91,67% de los predios evaluados tienen un tipo de producción doble propósito y el 8,33% es de cría, levante y ceba; predominando en el 83,33% de las producciones las razas mestizas, (Cruce Holstein X Gyr X Normando X Brahman) mientras en el otro 16,67% de las fincas están compuestas por animales Brahman blanco y Angus rojo.

En cuanto a la distribución geográfica, el 75% (nueve predios) se ubican en la zona de trópico medio, municipios de Cajamarca e Ibagué, entre 1240 y 1814 m.s.n.m., con temperatura media de 20 a 24°C, humedad relativa de 72 a 84% y precipitación anual máxima de 233 mm. El 25% (tres predios) se ubica en el trópico bajo, municipio de Espinal, a 600 m.s.n.m., con temperatura media de 28°C, humedad relativa de 82% y precipitación anual de 159 mm.

La estrategia de control acaricida desarrollada en las fincas contempla compuestos químicos como el fluazuron, usado en el 41,66% de los predios como único tratamiento de rutina (ubicados todos estos en Cajamarca); según manifiestan los ganaderos debido a la pérdida de efectividad de los otros acaricidas como el amitraz, el etión y la cipermetrina. La frecuencia con que se usa este producto de aplicación tópica va de tres a seis meses y en algunas de las fincas llevan hasta seis años utilizándolo, como se observa en la tabla 1. En el resto de las fincas, 58,34%, ubicadas en Ibagué y El Espinal, se emplean baños de aspersión con etión, cipermetrina y amitraz, aplicándolos con intervalos menores a las tres semanas, difiriendo de la recomendación técnica para el control de *R. microplus* de bañar cada 21 días como mínimo, y rotando los productos de un baño al otro, prácticas que conllevan a la baja eficacia expresada por los ganaderos y que se origina por la alta presión de selección de garrapatas con características genotípicas de baja susceptibilidad hacia estos compuestos.

En cuanto a la ivermectina, se utiliza en el 41,7% de las fincas, todas las evaluadas en El Espinal y dos en Ibagué, a la dosis recomendada por el fabricante. La tabla 1 sintetiza la información obtenida en cada una de las fincas, así como la frecuencia de uso de los acaricidas, la rotación y el historial de uso de los cuatros compuestos evaluados.

En ninguno de los predios analizados se realiza rotación con otros productos acaricidas y se evidencia que en todas las fincas usan solo químicos como estrategia de control de garrapatas. En la tabla 1 se evidencia que tanto en las fincas de trópico bajo como las de trópico medio donde se realiza control con cipermetrina, etión y amitraz, la frecuencia de uso es alta a excepción de los predios 1 (Ibagué) y 9 (Espinal).

Por otro lado, cuatro de las doce fincas han usado los químicos acaricidas durante menos de cinco años en Cajamarca y El Espinal, sin embargo los predios pertenecientes a Cajamarca se usa un producto diferente a los evaluados en el presente estudio. Para un correcto uso de los baños por aspersión se recomienda rociar los animales siguiendo un orden y sosteniendo la boquilla aspersora de 15 a 30 cm de distancia del animal, el cual se debe bañar con una cantidad mínima (adultos 6 litros, terneros 4 litros, estos últimos a partir de los 3 meses de edad); con periodicidad de 30 a 60 días de intervalos entre baños según el nivel de infestación (Rodríguez-Vivas et al., 2006).

**Tabla 1.** Encuesta evaluación previa de las prácticas de manejo en los predios analizados.

Trópico	Municipio	Finca	Estrategia de control acaricida	Acaricida usado	Formas de aplicación	Dosis de aplicación	Frecuencia de aplicación	Tiempo de uso	Rotación de compuestos
Trópico medio (1000-1800 msnm)	Ibagué	1		Amitraz 20,80% cipermetrina 15% ivermectina 1%	Aspersión Inyectable	1 ml/Lt de agua (3Lts/Animal) 1ml/50Kgs según fabricante	cada 6 meses	15 años	No
		2	Químico comercial	cipermetrina 15% ivermectina 1% Etión 84%	Aspersión Inyectable	1 ml/Lt de agua (3Lts/Animal) 1ml/50Kgs según fabricante	cada 30 días	6 años	No
		3		cipermetrina 15% Etión 84%	Aspersión	1 ml/Lt de agua (3Lts/Animal)	cada 20 días	8 años	No
		4		cipermetrina 15%	Aspersión	1 ml/Lt de agua (3Lts/Animal)	Cada 6 meses	7 años	No

Tópico medio (1000-1800 msnm)	Cajamarca	Químico comercial	5	Fluazuron	Pour on	1ml/10Kg según fabricante	cada 3 meses	1 año	No
			6	Fluazuron	Pour on		cada 6 meses	3 años	No
			7	Fluazuron	Pour on		cada 3 meses	6 años	No
			8	Fluazuron	Pour on		cada 3 meses	2 años	No
			9	Fluazuron	Pour on		cada 4 meses	5 años	No
Trópico bajo 0-1000 msnm	Espinal	Químico comercial	10	Amitraz 20,80% Ivermectina al 1%	Aspersión	1 ml/Lt de agua (3Lts/ Animal)	cada 15 días	4 años	No
			11		Inyectable		cada 20 días	7 años	No
			12				cada 3 meses	10 años	No

Fuente: Original de los autores.

### Evaluación de acaricidas

Según la tabla 2, con el organofosforado en el 25% de las fincas las poblaciones de *R. microplus* presentan disminución en el total de su descendencia con relación al grupo control, con reducción promedio del 98,96% en el número de larvas generadas, lo cual incidirá directamente en el nivel de infestación de los animales. Para el caso de la amidina el 16,66% de los predios presentó una disminución promedio de 92,94%. En cuanto al piretoride solo en un predio que representa el 8,33% del total de las fincas evaluadas logró una reducción del 90,41%. En contraste, la lactona macrocíclica consiguió en el 66,66% de los predios una reducción promedio de 96,83% representado el acaricida que mejor comportamiento tuvo para controlar la eficacia reproductiva de los especímenes analizados.

De otra forma, el amitraz reflejó una reducción de más del 90% en la eficacia reproductiva de las poblaciones de *R. microplus* solo en Ibagué, al igual que la cipermetrina y el etión. Mientras que la ivermectina tuvo gran incidencia en este mismo municipio y en Cajamarca con valores que superaban el 90%; siendo el acaricida más efectivo en el ecosistema de trópico medio. Para el caso de los predios ubicados en el trópico bajo el organofosforado y la lactona macrocíclica fueron los plaguicidas de mejor rendimiento con un promedio de control de 76,83% y 75,36% respectivamente.

**Tabla 2.** Comparación entre la eficacia reproductiva ER de *R. microplus* para los cuatro tratamientos en las 12 fincas evaluadas con respecto al control.

Ecosistemas	Finca	Amitraz	Cipermetrina	Etión	Ivermectina	Control		
		208 ppm	150 ppm	840 ppm	10 ppm	Peso huevos (Gr)	% de eclosión	ER
Trópico medio (1000 -1800 msnm)	1	7.764	96.943	140	9674	0,855	99,59	171.000
	2	110.514	146.900	4.752	6.632	0,835	99,59	167.000
	3	148.232	139.070	89.335	17.526	0,977	99,69	195.000
	4	18.169	18.210	332	21496	0.950	99,69	190.000
	5	93.194	164.404	151.711	16.044	1.260	99,99	252.000
	6	190.440	202.045	40.265	0	1,104	99,89	220.800
	7	230.100	193.100	141.656	0	1,253	99,99	250.600
	8	97.678	95.360	37.204	725	1.080	99,79	216.000
	9	130.001	157.212	136.588	72	1.080	99,79	216.000
Trópico bajo (0-1000 msnm)	10	133.983	159.385	57.506	41517	0,967	99,69	193.400
	11	83.344	114.534	20.362	35390	0,867	99,59	173.400
	12	85.236	134.046	48.568	50721	0,867	99,59	173.400

\*ER: Eficacia reproductiva

Fuente: Original de los autores.

Los cuatro acaricidas evaluados incidieron negativamente en los parámetros reproductivos de las poblaciones de *R. microplus*, afectando la ovoposición de las garrapatas, el porcentaje de eclosión y la estimación reproductiva, evidenciando valores más bajos que los registrados en el grupo control, reflejando el efecto de estos compuestos sobre las teleoginas. Sin embargo, cipermetrina y el amitraz fueron los acaricidas con el rendimiento más bajo para controlar la eficacia reproductiva de las poblaciones de los especímenes analizadas.

Por otro lado, durante la evaluación de la ovoposición y el pesaje de la masa de huevos, se evidenciaron diferencias morfológicas en la estructura de estos observándose deformidad de la silueta de estos, principalmente para los especímenes tratados con ivermectina.

La eficacia de los acaricidas evaluados presentó variaciones por finca y por municipio. La cipermetrina tuvo un porcentaje de eficacia bajo con relación a los demás acaricidas, aunque mostró un comportamiento aceptable en un solo predio, el cual

representa al 8,33% del total de las fincas analizadas reportando un valor de 90% de eficacia, de modo que en el 91,66% de los predios el piretroide fue ineficaz, teniendo en cuenta que según la FAO (2004) la eficacia mínima aceptada internacionalmente debe ser a partir del 90% (Tabla 3).

Para el caso del amitraz se obtuvo un valor por encima del 90% de eficacia en el 16,66% de los predios, mientras que el etion reportó este comportamiento en el 25% de las fincas, contrastando con la ivermectina, el cual refleja una eficacia alta en el 66,66%.

De otra forma en el 33,33% de los predios el amitraz presentó un rango de eficacia de 20-40%, mientras que en el 25% presentó un rango de 41-60% y y el 8,33% de las fincas estuvo en un rango de 61-89%.

En cuanto a la cipermetrina el 50% de las ganaderías analizadas presentó un rango de eficacia de 20-40%, el 8,33% obtuvo una valor de 41-60% y el 25% estuvo por debajo del 20%.

Para el caso del etión el 25% de las fincas reflejó una eficacia entre 40-60%, el 16,66% tiene un rango de 61-80% mientras que el 25% obtuvo un valor de 81-89% (Tabla 3).

En contraste, la ivermectina evidenció en el 33,33% de los predios un porcentaje de eficacia que va desde 71% hasta el 89%.

Por otro lado, el 77,77% de los predios ubicados en trópico medio presentaron multiresistencia y el 100% de las fincas de trópico bajo evidenció resistencia a todos los compuestos evaluados. Situación que coincide con los comentarios de los productores quienes afirman que los químicos analizados no sirven para controlar garrapatas, denotando pérdida de eficacia de estos compuestos en esas fincas.

**Tabla 3.** Eficacia de control en *R. microplus* colectados en 12 fincas de Ibagué, Cajamarca y El Espinal.

Municipio	Finca	EFICACIA DE ACARICIDAS (%)			
		Amitraz 208ppm	Cipermetrina 150ppm	Etión 840 ppm	Ivermectina 10 ppm
Ibagué	1	95	43	100	94
	2	34	12	97	96
	3	24	29	54	91
	4	90	90	100	89

	5	63	35	40	94
	6	14	9	82	100
Cajamarca	7	8	23	43	100
	8	55	56	83	100
	9	40	27	37	100
	10	31	18	70	79
Espinal	11	52	34	88	80
	12	51	23	72	71

Fuente: Original de los autores.

Los resultados del presente estudio son similares a los publicados por Díaz (2016), donde la evaluación realizada en dos fincas del norte del Tolima detectó la pérdida de eficacia de amitraz con niveles de 51,95% y 76,96%, y de la cipermetrina con 87,85% y 93,5%, denotando una disminución en la población de individuos susceptibles a estos acaricidas. Otros estudios realizados en Ibagué igualmente demuestran un nivel de resistencia a piretroides del 92,1% y a organofosforados del 71,1% (Díaz & Vallejo, 2013, 2014).

Un trabajo realizado en las regiones naturales de la Orinoquía, Pacífico, Llanura del Caribe, Amazonia y región Andina donde se analizaron poblaciones de *R. microplus* de 71 ganaderías, mostró niveles altos de resistencia, encontrando que el 97% de los hatos ganaderos muestreados presentó resistencia al uso de amitraz, mientras que el 52% la presentó al uso de etión, principalmente en los departamentos de Santander, Cundinamarca, Antioquia, Tolima, Quindío, Caldas, Huila y Boyacá, evidenciando la pérdida de la eficacia de este tipo de acaricidas, para el control de garrapatas (Araque, 2014). Otro estudio hecho con poblaciones de *R. microplus* en Arauca, Córdoba, Meta y Valle del Cauca detectó resistencia hacia cipermetrina y amitraz con niveles de eficacia inferiores al 50% y porcentajes de eficacia entre el 10% y 20%. (Villar et al., 2016) Así también evaluaron amitraz cuya eficacia no superó el 50%. Otros estudios con resultados publicados en Ibagué demuestran resistencia hacia piretroides de hasta el 92,1% y hacia organofosforados del 71,1% (Díaz & vallejo, 2013, 2014).

Estudios recientes en cuatro fincas de Antioquia han mostrado que para la cipermetrina los valores de eficacia fueron menores del 20%, e incluso del 0% en dos de ellas (Puerta et al., 2015). Pero no solo en Colombia se reporta la presencia de resistencia a acaricidas en esta especie de ectoparásito. La resistencia acaricida de *R. microplus*, es una problemática detectada a nivel mundial donde se ha registrado resistencia múltiple en diferentes niveles, como se reporta recientemente en Brasil y México (Fernandez et al.; 2012; Pohl et al., 2012; Lovis et al., 2013; Miller et al., 2013).

Todos estos trabajos demuestran que en Colombia la resistencia de *R. microplus* hacia los acaricidas no es un fenómeno nuevo y se ha manifestado en diversas regiones del país. La quimioresistencia puede originarse debido a la incorrecta utilización de los compuestos químicos empleados para el control de la garrapata, ya sea por el uso continuo y prolongado de un solo tipo de acaricida, por las altas frecuencias de aplicación de baños, por la inadecuada preparación de las soluciones con frecuente incremento de la dosis recomendada por el fabricante o por la deficiente aplicación impidiendo que la solución garrapaticida cubra totalmente el cuerpo del bovino (Díaz, 2012).

Como resultado del uso indiscriminado de estos cuatro acaricidas etión, cipermetrina, amitraz e ivermectina, en el control de altas infestaciones de garrapatas en bovinos, la resistencia a químicos de *R. microplus* se ha convertido en uno de los más grandes retos y una causa de preocupación por la producción ganadera donde este ácaro es endémico o en áreas propensas a la invasión por estas especies de ectoparásitos perjudiciales (Reck *et al.*, 2014; Reynal, 2013; Lopez-Arias *et al.*, 2015).

## Conclusiones

Se demostró la presencia de poblaciones de *R. microplus* con baja susceptibilidad a cipermetrina (66,75%), amitraz (53,58%), etión (27,83%) e ivermectina (8,83%), acaricidas más frecuentemente usados en tres municipios de la zona central del Tolima. Así mismo se observó en varios de los predios evaluados el desarrollo de multiresistencia a dos, tres o los cuatro acaricidas evaluados, siendo de especial relevancia la situación encontrada en El Espinal, donde los tres predios del estudio mostraron ineficacia en los cuatro compuestos.

Con esta información sobre el estado de resistencia a acaricidas en el centro del Tolima se dispone de las bases necesarias para rediseñar estrategias de control que integren no solo métodos de tipo químico, sino también de tipo biológico, y prácticas de manejo que permitan disminuir las infestaciones de *R. microplus* en la región o al menos limitar la velocidad de aparición o propagación de resistencia adoptando medidas alternativas que respondan a las necesidades particulares de cada predio según la situación encontrada.

El control de las infestaciones de *R. microplus* se debe realizar en el marco de un programa de manejo integrado que permita abarcar varios frentes, teniendo en cuenta la bioecología de la garrapata, así como las condiciones ambientales en que se encuentra la ganadería para determinar las prácticas a implementar.

Para la implementación de las medidas de control se debe estudiar el historial de la finca y realizar la caracterización de la misma teniendo en cuenta las metodologías adoptadas para contrarrestar la infestación por garrapatas, así como la información completa y detallada de los productos ixodidas usados (principio activo, frecuencia, rotación, dosis, etc.).

Es importante realizar un diagnóstico previo que identifique las necesidades específicas de cada finca según el tipo de producción ganadera, para recoger información relevante que sirva de apoyo al desarrollo de programas sanitarios efectivos y de esta manera brinden herramientas valiosas para la construcción de alternativas de control ya sea de tipo biológico, químico, inmunológico o ambiental. Por otro lado, se debe conocer el estado de resistencia de las poblaciones de campo de *R. microplus* para evaluar estrategias de control útiles que puedan minimizar los daños sanitarios y económicos causados por las infestaciones de este ectoparásito. La divulgación de los resultados encontrados en el presente estudio permite a las instituciones y profesionales del sector velar por la salud animal en el país, y que de esta manera recomienden el uso de técnicas de diagnóstico en campo e *in vitro* y así determinar el estado de resistencia de las garrapatas para elegir el modelo de control pertinente o los productos a aplicar, así como el uso adecuado de los mismos. Este estudio aporta información útil para el conocimiento de uno de los mecanismos de resistencia usados por las garrapatas para sobrevivir a la presión de selección ejercida por los químicos, las malas prácticas de control y manejo. No obstante es perentorio continuar con en el proceso de investigación sobre el comportamiento biológico de *R. microplus* para analizar la evolución de la resistencia, por predio y por región específica a través del tiempo.

## Contribución de los autores

Jeison Yaima-Yate: Desarrollo de la metodología, procesamiento de datos, apoyo en la financiación del trabajo, análisis de la información, elaboración del borrador original. Édgar Díaz-Rivera: Diseño del estudio, asesoría en el desarrollo de la metodología, apoyo en el análisis de la información, revisión y edición del manuscrito.

## Agradecimientos

Al Laboratorio de Parasitología Veterinaria de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad del Tolima por el apoyo brindado en el desarrollo de las actividades para la presente investigación. A Julián A. Salazar E. por su labor editorial.

## Referencias bibliográficas

- Abad, A. S. (1978). Introducción al muestreo. LIMUSA, 10-216.
- Araque, A. (2014). Resistencia a acaricidas en *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus* de algunas explotaciones ganaderas de Colombia. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.*, 17, 161-170.
- Baffi, M. R. (2007). Identification of point mutations in a putative carboxylesterase and their association with acaricide resistance in *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus* (Acari: Ixodidae). *Ver Parasitol*, 148, 301-309.
- Bendjeddou, M. L. (2017). Bat ectoparasites (Nycteribiidae, Streblidae, Siphonaptera, Heteroptera, Mesostigmata, Argasidae, and Ixodidae) from Algeria. *Journal of Vector Ecology*, 42, 13-23.
- Busch, J. e. (2014). Widespread movement of invasive cattle fever ticks (*Rhipicephalus microplus*) in southern Texas leads to shared local infestations on cattle and deer. *Parasites & Vectors*, 7, 1-16.
- Calligaris, I., De Oliveira, P., Roma, G. & Bechara, G. M. (2013). Action of the insect growth regulator fluazuron, the active ingredient of the acaricide Acatak, in *Rhipicephalus sanguineus* nymphs (Latreille, 1806) (Acari: Ixodidae). *Microscopy*

- Research and Technique, 76, 1177-1185.
- Corley, S. (2013). Mutation in the Rm $\beta$ AOR gene is associated with amitraz resistance in the cattle tick *Rhipicephalus microplus*. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 110, 16772-16777.
- Correa, R., Lopes, W., Teixeira, W., Cruz, B., Gomes, L., Fellipelli, G. & Da Costa, A. (2015). A comparison of three different methodologies for evaluating *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* susceptibility to topical spray compounds. *Veterinary Parasitology*, 207, 115-124.
- Cruz, B., Teixeira, W., Maciel, W. F., Favero, F., Cruz, A., Buzulini, S. C. & Da Costa, A. (2014). Effects of fluzauron (2.5 mg/kg) and a combination of fluzauron (3.0 mg/kg) + abamectin (0.5 mg/kg) on the reproductive parameters of a field population of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* on experimentally infested cattle. *Research in Veterinary Science*, 97, 80-84.
- De Oliveira, P., Calligaris, I., Roma, G., Bechara, G., Pizano, M. & Mathias, M. (2012). Potential of the insect growth regulator, fluzauron, in the control of *Rhipicephalus sanguineus* nymphs (Latreille, 1806) (Acari: Ixodidae): determination of the LD95 and D50. *Experimental Parasitology*, 131, 35-39.
- Díaz, E. (2012). Mecanismos moleculares y bioquímicos de resistencia a acaricidas en la garrapata común de los bovinos *Rhipicephalus microplus*. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 5, 72-81.
- Díaz, E. (2016). Evaluación in vitro de resistencia a acaricidas en *Rhipicephalus microplus*. Estudio de caso en el norte del Tolima, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 9, 37-43.
- Díaz, E. & Vallejo, G. (2013). Identificación de un polimorfismo del gen Est9 relacionado con resistencia a piretroides en *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. *Revista MVZ Córdoba*, 18, 3708-3714.
- Díaz-Rivera, E. & Vallejo, G. (2014). Determinación de una mutación puntual en el gen Est9 de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* resistente a organofosforados. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 7, 14-20.
- Domingues, L., Alves, B., Passos, A., Pinto, A., Medeiros, A., L., C. L. (2012). Survey of pyrethroid and organophosphate resistance in Brazilian field populations of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*: Detection of C190A mutation in domain II of the paratype sodium channel gene. *Veterinary Parasitology*, 189, 327-332.
- Drummond, R., Ernst, S., Trevino, J., Gladney, W. & Grsham, O. (1973). *Boophilus annulatus* and *Boophilus microplus*: laboratory tests of insecticides. *J. Econ. Entomol.*, 66, 130-133.
- Faza, A., Pinto, I., Fonseca, I., Antunes, G., Monteiro, C., Daemon, E., M.C.D, P. (2013). A new approach to characterization of the resistance of populations of *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae) to organophosphate and pyrethroid in the state of Minas Gerais, Brazil. *Experimental Parasitology*, 134, 519-523.
- Fernandez-Salas, A., Rodriguez-Vivas, R. & Alonso-Díaz, M. (2012). First report of a *Rhipicephalus microplus* tick population multi-resistant to acaricides and ivermectin in the Mexican tropics. *Vet. Parasitol.*, 191, 338-342.
- Food Agriculture Organization - FAO. (2004). Resistance Management and Integrated Parasite Control in Ruminants - Guidelines, Module 1 - Ticks: Acaricide Resistance: Diagnosis, Management and Prevention. Food and Agriculture Organization, Animal Production and Health División, Rome, 1-53.
- Furlong, J. (2002). Teste do biocarrapaticidograma (Imersão de teleoginas). III Curso Internacional Progresos no Diagnostico das Parasitoses dos Animais do Produto. Programa de treinamento para terceiros países. Salvador, Brasil.
- Gomes, A., Koller, W. & Barros, A. (2011). Susceptibilidade de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* acarapaticidas em Mato Grosso do Sul, Brasil. *Ciencia Rural*, 41, 1447-1452.
- Gomes, L., Lopes, W., Cruz, B., Teixeira, W., Fellipelli, G., Maciel, W. & Da Costa, A. (2015). Acaricidal effects of fluzauron (2.5 mg/kg) and a combination of fluzauron (1.6 mg/kg) + ivermectin (0.63 mg/kg), administered at different routes, against *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* parasitizing cattle. *Experimental Parasitology*, 153, 22-28.
- ICA. (31 de enero de 2018). Instituto Colombiano Agropecuario. Área de protección animal. Obtenido de Censo Pecuario: <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018>
- Lopes, W., Teixeira, W., De Matos, L. F., Cruz, B., Maciel, W., Buzulini, C. & Da Costa, A. (2013). Effects of macrocyclic lactones on the reproductive parameters of engorged *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* females detached from experimentally infested cattle. *Experimental Parasitology*, 7, 72-78.
- Lopez-Arias, A., Villar-Argaiz, D., Chaparro-Gutierrez, J., Miller, R., & De León, A. (2015). Reduced efficacy of commercial Acaricides against Populations of Resistant Cattle Tick *Rhipicephalus microplus* from Two Municipalities of Antioquia, Colombia. *Environmental Health Insights*, 19, 71-80.
- Lovis, L. R. (2013). Determination of acaricide resistance in *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae) field populations of Argentina, South Africa, and Australia with the larval tarsal test. *Med. Entomol.*, 2, 326-335.
- Maciel, W., Lopes, W., Cruz, B., Gomes, L., Teixeira, W., Buzzilini, C. & Da Costa, A. (2015). Ten years later: Evaluation of the effectiveness of 12.5% amitraz against a field population of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* using field studies, artificial infestation (Stall tests) and adult immersion tests. *Veterinary Parasitology*, 214, 233-241.
- Miller, R. A. (2013). First report of fipronil resistance in *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* of Mexico. *Vet. Parasitol.*, 191, 91-101.
- Murrell, A. & Barker, S. (2003). Synonymy of *Boophilus Curtice*, 1891 with *Rhipicephalus Koch*, 1844 (Acari: Ixodidae). *Systematic Parasitology*, 56, 169-172.
- Neis, V., Luana, P., De Souza, A., Bellato, V., Sartor, A., Nunes, O. & Cardoso, M. (2012). Resistance to cypermethrin and amitraz in *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* on the Santa Catarina Plateau, Brazil. *Rev. Bras. Parasitol.*, 21, 133-136.
- Pohl, P., Klafke, G., J.J, R., Martins, J., & Da Silva, V. M. (2012). ABC transporters as a multidrug detoxification mechanism in *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. *Parasitol. Res.*, 51, 2345-2351.
- Polanco-Echeverry, D. & Rios-Osorio, L. (2016). Aspectos biológicos y ecológicos de las garrapatas duras. *Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria*, 17, 81-95.
- Puerta, J., Chaparro, J., López-Arias, A., Arroyave, S. & Villar, D. (2015). Pérdida de eficacia in vitro de acaricidas comerciales tópicos en *Rhipicephalus microplus* (Ixodida: Ixodidae) de granjas de Antioquia, Colombia. *J Med Entomo*, 52, 1309-1314.
- Raynal, J. B. (2013). Acaricides efficiency on *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* from Bahia state North-Central region. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.*, 1, 71-77.

- Reck, J. K. (2014). First report of fluzaron resistance in *Rhipicephalus microplus*: A field tick population resistant to six classes of acaricides. *Veterinary Parasitology*, 201, 128-136.
- Rivera-Páez, F. L.-V.-L.-M. (2018). Contributions to the knowledge of hard ticks (Acari: Ixodidae) in Colombia. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 9, 57-66.
- Rodríguez-Pacheco, J. P.-M.-C. (2017). Resistencia in vitro de la garrapata *Rhipicephalus microplus* a organofosforados, piretroides y amitraz en el departamento de Boyacá, Colombia. *Rev. Fac. Cs. Vet*, 58, 17-23.
- Rodríguez-Vivas, R., Rosado, A., Basto, E. & García, V. (2006). Manual técnico para el control de garrapatas en el ganado bovino. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, 1-28.
- Rosario-Cruz, R., Almazan, C., Miller, R., Dominguez-García, D., Hernandez-Ortiz, R. & De La Fuente, J. (2009). Genetic basis and impact of tick acaricide resistance. *Front Biosci*, 14, 2657-2665.
- Santana, B., Ramos, R., Santana, M., Alves, L. & Carvalho, G. (2013). Susceptibility of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae) to pyrethroids and their in Pernambuco, Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinaria*, 22, 276-280.
- Santos, T., Klafke, G., Pappen, F., Nizolil, L., Bieyermer, P. & Farias, N. (2013). Comparison of the three larval bioassays to evaluate susceptibility of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* to amitraz. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinaria*, 22, 495-501.
- Shyma, K., Gupta, J., Singh, V. & Patel, K. (2015). In Vitro Detection of Acaricidal Resistance Status of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* against Commercial Preparation of Deltamethrin, Flumethrin, and Fipronil from North Gujarat, India. *Journal of Parasitology Research*, 2015, 1-8.
- Sociedad Geográfica de Colombia. (2015). Escuela Nacional de Geografía. <http://www.sogeocol.edu.co/tolima.htm>
- USDA. (1976). Ticks of veterinary importance. Animal and plant health inspection service, Agriculture handbook No. 485. Washington D.C.: USDA.
- Villar, D., Gutierrez, J., Piedrahita, D., Rodríguez-Durán, A., Cortés-Vecino, J., Góngora-Orjuela, A. & Chaparro-Gutierrez, J. (2016). Resistencia in vitro a acaricidas tópicos de poblaciones de garrapatas *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* provenientes de cuatro departamentos de Colombia. *Revista CES*, 11, 58-70.