
CAPÍTULO 1

RESISTENCIA DE LA GARRAPATA *RHIPICEPHALUS* *MICROPLUS* A LOS IXODICIDAS: IMPLICACIONES Y ALTERNATIVAS SUSTENTABLES PARA LA GANADERÍA RURAL DE OAXACA

Cecilio Ubaldo Aguilar Martínez¹
Miguel Ángel Sánchez Hernández²
Gladis Morales Terán³
José Ángel Rueda Barrientos⁴

¹ Instituto de Agroingeniería. Universidad del Papaloapan, *campus* Loma Bonita. Av. Ferrocarril s/n. Loma Bonita, Oaxaca, México. C.P. 68400. Autor de correspondencia: ubaldocuam@gmail.com

² Instituto de Agroingeniería. Universidad del Papaloapan, *campus* Loma Bonita. Av. Ferrocarril s/n. Loma Bonita, Oaxaca, México. C.P. 68400.

³ Instituto de Agroingeniería. Universidad del Papaloapan, *campus* Loma Bonita. Av. Ferrocarril s/n. Loma Bonita, Oaxaca, México. C.P. 68400.

⁴ Instituto de Agroingeniería. Universidad del Papaloapan, *campus* Loma Bonita. Av. Ferrocarril s/n. Loma Bonita, Oaxaca, México. C.P. 68400.

Resumen

La resistencia de la garrapata *Rhipicephalus microplus* (*R. microplus*) a los ixodicidas representa un problema significativo para la ganadería bovina. El objetivo de este estudio fue evaluar el grado de resistencia de *R. microplus* a diversos ixodicidas utilizados en unidades de producción bovina de doble propósito en Loma Bonita y Tuxtepec, Oaxaca, México, y analizar los factores de riesgo asociados. Se realizó un estudio preliminar para confirmar la presencia de resistencia, obteniendo muestras de garrapatas de ocho unidades de producción, enviadas al Centro Nacional de Parasitología para su análisis. A través de encuestas a 77 productores, se identificaron prácticas de riesgo que favorecen la resistencia, como mezclas arbitrarias de productos, uso de compuestos no indicados, aplicaciones excesivas y falta de asesoría técnica. Posteriormente, se determinó la resistencia de la garrapata a coumafós, cipermetrina y amitraz mediante bioensayos en 17 subpoblaciones. Los resultados mostraron mortalidades larvarias promedio de 81.4% para coumafós, 29.3% para cipermetrina y 58.3% para amitraz. Además, 59% de las subpoblaciones presentó resistencia a dos principios activos y 41% a tres. Se concluye que las unidades de producción bovina de Loma Bonita y Tuxtepec; Oaxaca, presentan altos niveles de resistencia de *R. microplus* a los ixodicidas y que las prácticas de manejo inapropiadas contribuyen significativamente a su establecimiento.

Palabras clave: *Rhipicephalus microplus*, resistencia a ixodicidas, ganadería bovina.

Abstract

The resistance of the tick Rhipicephalus microplus (R. microplus) to ixodicides represents a significant problem for cattle farming. The objective of this study was to evaluate the degree of resistance of R. microplus to various ixodicides used in dual-purpose cattle production units in Loma Bonita and Tuxtepec, Oaxaca, México and to analyze associated risk factors. A preliminary study was conducted to confirm the presence of resistance, obtaining tick samples from eight production units, which were sent to the National Parasitology Center for analysis. Through surveys of 77 producers, risk practices favoring resistance were identified, such as arbitrary mixtures of products, use of

*non-recommended compounds, excessive applications, and lack of technical guidance. Subsequently, tick resistance to coumaphos, cypermethrin, and amitraz was determined through bioassays on 17 subpopulations. Results showed average larval mortality of 81.4% for coumaphos, 29.3% for cypermethrin, and 58.3% for amitraz. Moreover, 59% of the subpopulations were resistant to two active ingredients and 41% to three. It is concluded that dual-purpose cattle production units in Loma Bonita and Tuxtepec, Oaxaca, present high levels of *R. microplus* resistance to ixodicides, and inappropriate management practices significantly contribute to its establishment.*

Keywords: *Rhipicephalus microplus*, ixodicide resistance, cattle farming.

Introducción

La ganadería bovina constituye una de las principales actividades que se lleva a cabo en las zonas rurales del estado de Oaxaca, México. Además de proveer carne y leche, también es una fuente de empleo y representa un arraigo cultural para muchas familias. Sin embargo, las unidades de producción enfrentan limitantes sanitarias, económicas y ambientales que comprometen su rentabilidad y sostenibilidad. Entre éstas, la infestación por la garrapata *R. microplus* destaca como uno de los principales problemas que afectan la salud y la productividad del ganado.

La garrapata *R. microplus* es el principal ectoparásito del ganado bovino en las regiones tropicales y subtropicales del mundo. Puede causar daños directos como la irritación cutánea, anemia, pérdida de peso y disminución en la producción de leche y carne. También ocasiona daños indirectos, por su papel como vector en enfermedades como la babesiosis y la anaplasmosis. Durante 2013, se estimó que *R. microplus* causó pérdidas económicas equivalentes a 445 millones de dólares, la mayoría de las cuales recae en pequeños productores que carecen de asesoría técnica o acceso a programas de control integrados (Rodríguez-Vivas, 2017).

Históricamente, el control de *R. microplus* se ha basado en el uso de ixodicidas químicos como organofosforados, piretroides, amidinas y lactonas macrocíclicas (Guerrero *et al.*, 2012). Aunque estos productos fueron eficaces durante sus primeras décadas de uso, con el tiempo

han perdido efectividad debido a su uso indiscriminado, falta de rotación de ingredientes activos, lo que ha favorecido la selección de poblaciones resistentes. En México, la resistencia a organofosforados se reportó por primera vez en 1981, en Tuxpan, Veracruz (Aguirre y Santamaría, 1986). En la década de 1990, surgieron poblaciones doblemente resistentes a organofosforados y piretroides en la región del Golfo de México y Chiapas (Santamaría, 1992; Ortiz *et al.*, 1995). Posteriormente, se documentó resistencia a amidinas en Tabasco (Soberanes *et al.*, 2002) y a ivermectina en la península de Yucatán (Pérez-Cogollo *et al.*, 2010). Más recientemente, se reportó resistencia a fipronil en Tamaulipas (Miller *et al.*, 2013) y a fluazurón en Brasil (Reck *et al.*, 2014). Actualmente, en más de la mitad de los estados del país, la garrapata muestra resistencia a tres o cuatro grupos químicos de ixodicidas (Rodríguez-Vivas *et al.*, 2006; Rodríguez-Vivas *et al.*, 2012).

Los mecanismos de resistencia de la garrapata *R. microplus* incluyen la detoxificación metabólica mediante enzimas esterasas y oxidasas, modificaciones en los sitios blanco de acción y cambios en la permeabilidad de la cutícula, así como resistencia conductual asociada a la menor exposición al producto (Rodríguez-Vivas *et al.*, 2012). Todos estos factores hacen a *R. microplus* un parásito capaz de desarrollar resistencia simple o múltiple cuando se expone a diferentes principios activos.

Además del impacto en la productividad de los animales, la resistencia a los ixodicidas por parte de la garrapata *R. microplus* representa un problema ambiental y de salud pública. El uso intensivo de estos productos se refleja en la contaminación del suelo y cuerpos de agua, así como en la presencia de residuos en carne y leche destinados al consumo humano (Perotto *et al.*, 2025). Lo anterior compromete la inocuidad alimentaria, la biodiversidad y la calidad de los recursos naturales en los ecosistemas rurales.

En la zona tropical del estado de Oaxaca se desarrolla principalmente la ganadería bovina de doble propósito. En esta modalidad, una alta proporción de los productores aplica ixodicidas de manera habitual, sin un diagnóstico previo ni rotación de productos, lo que aumenta la presión de selección y favorece la persistencia de poblaciones resistentes. La percepción por parte de los productores de la pérdida de eficacia de los ixodicidas en el control químico de la garrapata sugiere la presencia de resistencia. Sin embargo, no se han realizado estudios científicos que lo confirmen.

Existen factores de riesgo que contribuyen al establecimiento de la resistencia a los ixodicidas en *R. microplus*, entre los que destacan el uso empírico de productos químicos, aplicaciones frecuentes sin rotación de ingredientes activos, falta de capacitación técnica, condiciones ambientales de temperatura y humedad en condiciones tropicales que favorecen la reproducción continua de la garrapata y la movilización de ganado infestante sin medidas sanitarias preventivas. Ante lo anterior, el manejo integrado de garrapatas (MIG) constituye una alternativa sustentable que combina el uso racional de ixodicidas con estrategias no químicas, como el control biológico, el empleo de razas bovinas resistentes, la rotación de potreros y la capacitación de los productores (Rodríguez-Vivas *et al.*, 2012; Guerrero *et al.*, 2012). En este contexto, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar el grado de resistencia de *R. microplus* a diferentes ixodicidas utilizados en unidades de producción bovina de doble propósito en Loma Bonita y Tuxtepec, Oaxaca, y analizar los factores de riesgo asociados a su establecimiento.

Materiales y métodos

Sitio de estudio

El estudio se llevó a cabo en unidades de producción bovina ubicadas en los municipios de Loma Bonita y Tuxtepec, Oaxaca, México. La región se caracteriza por un clima cálido húmedo, con una precipitación media anual superior a 1,800 mm y temperaturas promedio entre 24 y 28 °C, condiciones adecuadas para el desarrollo del ciclo biológico de la garrapata *R. microplus*.

Recolección y manejo de muestras

Solo se incluyeron unidades de producción en las que el último baño garrapaticida se realizó al menos 20 días antes del muestreo, para evitar el efecto residual de los productos químicos conforme a las recomendaciones de la FAO (2004).

En cada uno de los ranchos incluidos en el estudio se recolectaron del cuerpo de los bovinos entre 30 y 40 garrapatas adultas ingurgitadas (>8 mm de longitud). Las muestras se colocaron en recipientes de plástico perforados y etiquetados con los datos del productor, fecha de colecta y localización.

Etapas metodológicas

El presente estudio contempló tres etapas metodológicas:

1. Comprobación de la presencia de resistencia de la garrapata *R. microplus* a diferentes ixodicidas.

Esta etapa sirvió como estudio preliminar para comprobar la baja eficacia de los ixodicidas en el control químico de las garrapatas. Se obtuvieron muestras de ocho unidades de producción ubicadas en distintas localidades de los municipios de Tuxtepec y Loma Bonita (tabla 1).

TABLA 1. LOCALIZACIÓN Y NÚMERO DE UNIDADES DE PRODUCCIÓN BOVINA DE DOBLE PROPÓSITO PARA DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE LA RESISTENCIA DE LA GARRAPATA *R. MICROPLUS* A DIFERENTES IXODICIDAS

Localidad	Municipio	Localización	Número de UPP muestreadas
Arroyo Limón	Tuxtepec	17°54'01"N; 95°57'40"O	1
Arroyo Metate	Loma Bonita	18°00'20"N; 95°55'48"O	1
Buena Vista	Tuxtepec	17°58'28"N; 95°57'50"O	2
El Obispo	Loma Bonita	18°06'03"N; 95°55'55"O	2
Mixtán	Loma Bonita	17°54'32"N; 95°51'34"O	2

UPP = Unidades de Producción Pecuaria.

Fuente: Elaboración propia.

Para la determinación preliminar de resistencia, se recolectaron hembras ingurgitadas de *R. microplus* directamente del cuerpo de los bovinos en ocho unidades de producción seleccionadas. Las muestras se transportaron a temperatura ambiente, en un lapso menor a 36 h desde su obtención, al laboratorio del Centro Nacional de Referencia en Parasitología Animal y Tecnología Analítica (CENAPA), ubicado en Jiutepec, Morelos, México, donde se realizó la evaluación de resistencia mediante la técnica descrita por Stone y Haydock (1962). En ese ensayo, se determinó la susceptibilidad de las garrapatas a diferentes grupos químicos

de ixodicidas, incluyendo organofosforados (coumafós, clorpirifos y diazinon), piretroides (cipermetrina, deltametrina y flumetrina), amidinas (amitraz) y fenilpirazolonas (fipronil). Los resultados obtenidos sirvieron como referencia para identificar los principios activos con menor eficacia y orientar los bioensayos posteriores en laboratorio.

2. Identificación de factores de riesgo asociados al desarrollo de resistencia a ixodicidas en la garrapata *R. microplus*.

Se aplicó una encuesta semiestructurada a 77 productores de ganado bovino de doble propósito de la región. El cuestionario incluyó preguntas relativas al tipo de sistema de producción, características del hato, principios activos y dosis utilizadas, frecuencia y método de aplicación de ixodicidas, rotación de productos, disponibilidad de asesoría técnica y percepción de eficacia de los tratamientos. La información recolectada permitió identificar prácticas de riesgo potenciales asociadas al desarrollo de la resistencia, como la aplicación empírica de ixodicidas, la falta de rotación de ingredientes activos o la preparación incorrecta de los baños garrapaticidas.

3. Determinación del nivel de resistencia de la garrapata *R. microplus* a coumafós, cipermetrina y amitraz

Para determinar el nivel de resistencia de la garrapata a ixodicidas, se realizaron bioensayos con los principios activos más utilizados por los productores. Para ello, se obtuvieron muestras de hembras ingurgitadas en 17 ranchos de la Región Cuenca del Papaloapan, Oaxaca (tabla 2), las cuales fueron identificadas y transportadas al Laboratorio de Sanidad Animal y Microbiología de la Universidad del Papaloapan, *campus* Loma Bonita.

Las garrapatas hembras fueron incubadas a $27\pm 1^{\circ}\text{C}$ y $85\pm 5\%$ de humedad relativa hasta la oviposición. En el día 14 de incubación, los huevos se traspasaron a tubos de ensaye de 150 mm de diámetro que fueron tapados con algodón y gasa. La incubación se llevó a cabo con las mismas condiciones de temperatura y humedad durante 25 días hasta que ocurrió la eclosión larvaria. Los bioensayos se realizaron cuando las larvas tenían en promedio 18 días de edad.

TABLA 2. LOCALIZACIÓN DE LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN DE LA REGIÓN CUENCA DEL PAPALOAPAN, OAXACA, INCLUIDAS EN EL ESTUDIO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DE LA GARRAPATA *RHIPICEPHALUS MICROPLUS* A IXODICIDAS

UPP	Localidad	Municipio	Coordenadas
UPP1	Loma Bonita	Loma Bonita	18°06'0"N; 95°53'0"O
UPP2	Loma Bonita	Loma Bonita	18°06'0"N; 95°53'0"O
UPP3	Arroyo Metate	Loma Bonita	18°06'5"N; 95°52'0"O
UPP4	San Benito	Loma Bonita	18°05'5"N; 95°53'2"O
UPP5	Desparramadero	Loma Bonita	18°06'1"N; 95°52'4"O
UPP6	La Gloria	Tuxtepec	17°57'5"N; 95°58'3"O
UPP7	Arroyo Limón	Tuxtepec	18°05'0"N; 96°06'2"O
UPP8	La Sorpresa	Jalapa de Díaz	18°06'1"N; 96°28'0"O
UPP9	Ojitlán	Ojitlán	18°03'0"N; 96°24'0"O
UPP10	Vicente Camalote	Acatlán	18°30'5"N; 96°31'3"O
UPP11	Arroyo Metate	Loma Bonita	18°00'2"N; 95°55'4"O
UPP12	Arroyo Metate	Loma Bonita	18°00'2"N; 95°55'4"O
UPP13	El Paraíso Zacatal	Loma Bonita	18°00'2"N; 95°55'48"O
UPP14	El Paraíso Zacatal	Loma Bonita	18°00'2"N; 95°55'48"O
UPP15	Desparramadero	Loma Bonita	18°01'97"N; 95°97'63"O
UPP16	San Benito	Loma Bonita	17°98'72"N; 95°91'05"O
UPP17	San Benito	Loma Bonita	17°98'72"N; 95°91'05"O

UPP = Unidades de Producción Pecuarias.

Fuente: elaboración propia.

Para realizar los paquetes larvarios se utilizaron como diluyente una mezcla de tricloroetileno y aceite de oliva en una proporción 2:1. Una vez obtenida la concentración deseada, se tomó 0.67 mL de la solución y se aplicó a hojas de papel filtro Whatman

No. 1 de 7.5 x 8.5 cm (FAO, 2004). Las hojas de papel filtro impregnadas con el ixodicida fueron utilizadas para realizar los paquetes larvarios. Con ayuda de un pincel se colocaron aproximadamente 100 larvas de 18 días de edad en medio de las hojas dobladas por la mitad de papel filtro impregnado con las diferentes concentraciones de ixodicidas. Los paquetes se sellaron con pinzas bulldog y fueron colocados en charolas de aluminio, donde se incubaron durante 24 horas a $27\pm 1^\circ\text{C}$ y $85\pm 5\%$ de humedad relativa. Pasado el tiempo de la incubación, los paquetes se abrieron y las larvas fueron contadas en un microscopio estereoscópico. El criterio para considerar que las larvas estaban vivas, fue su capacidad para caminar o mover las patas.

Análisis de la información

Los resultados de resistencia de la garrapata a ixodicidas entregados por el CENAPA y la información obtenida de las encuestas se analizaron mediante estadística descriptiva y se expresaron en forma de cuadros y gráficas. Para ello se utilizaron promedios, rangos, porcentajes y frecuencias absolutas o relativas.

Adicionalmente, para los resultados obtenidos de los bioensayos para medir la resistencia a nivel de laboratorio, se tomó como base la mortalidad larvaria observada. Todos los principios activos fueron agrupados de acuerdo con su estructura química. Se consideró que las subpoblaciones de garrapatas eran resistentes a un grupo químico cuando ninguno de los principios activos de ese grupo causó una mortalidad superior al 98%, como lo señala la NOM-006-ZOO-1993. Finalmente, cada subpoblación de garrapatas se evaluó para determinar la presencia de resistencia múltiple, identificando si era resistente a uno, dos o tres grupos químicos de ixodicidas.

Resultados y discusión

Comprobación de la presencia de resistencia de la garrapata R. microplus a diferentes ixodicidas

Los resultados de mortalidad larvaria provocada por principios activos de diferentes grupos químicos de ixodicidas pueden observarse en la tabla 3.

En el presente estudio, se obtuvo un porcentaje promedio de mortalidad larvaria de 41.7% para el coumafós, 12.5% para clorpirifos y 0% para diazinon. Estos resultados son diferentes a los reportados por Valdez-Espinoza *et al.* (2021), quienes, con una metodología similar a la que se aplicó en este trabajo, muestrearon 13 ranchos en Hidalgo, México, observando porcentajes de mortalidad larvaria de 99.8%, 76.1% y 16.7% para coumafós, clorpirifos y diazinon, respectivamente. Por su parte, Soberanes *et al.* (2002) observaron mortalidades larvarias de 99.7%, 98.6% y 58.6% cuando utilizaron clorfenvinfós, coumafós y diazinon, respectivamente.

TABLA 3. MORTALIDAD LARVARIA CAUSADA POR IXODICIDAS UTILIZADOS PARA EL CONTROL DE LA GARRAPATA *R. MICROPLUS* EN UNIDADES DE PRODUCCIÓN BOVINA DE LOMA BONITA Y TUXTEPEC, OAXACA

Rancho	Coum	Diaz	Chlo	Amit	Cipe	Delt	Perm	Fipr
1	100.0	0.0	100.0	37.0	0.0	0.0	0.0	100.0
2	30.4	0.0	0.0	26.5	0.0	0.0	0.0	68.9
3	0.0	0.0	0.0	40.0	0.0	0.0	0.0	100.0
4	0.0	0.0	0.0	63.0	0.0	0.0	0.0	100.0
5	58.6	0.0	0.0	31.4	0.0	0.0	0.0	100.0
6	80.2	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	93.2
7	0.0	0.0	0.0	55.5	0.0	0.0	0.0	80.8
8	64.4	0.0	0.0	38.5	0.0	0.0	0.0	100.0
Promedio	41.7	0.0	12.5	49.0	0.0	0.0	0.0	92.9

Coum=coumafós; Díaz=diazinon, Chlo= clorpirifos, Amit=amitraz, Cipe=cipermetrina, Delt=deltametrina, Perm=permetrina, Fipr=fipronil.

Fuente: elaboración propia.

Lo anterior indica que independientemente del principio activo utilizado, los organofosforados como grupo químico mostraron una efectividad baja para controlar las poblaciones de garrapata *R. microplus*. Lo anterior puede explicarse por el tiempo tan prolongado que

se han usado los organofosforados en el control de la garrapata sin un manejo racional de los mismos.

La mortalidad larvaria inducida por los piretroides fue del 0%. Este resultado difiere de lo observado por Valdez-Espinoza *et al.* (2021) quienes evaluaron 13 ranchos en Hidalgo, México, y observaron que dichos compuestos causaron una mortalidad de entre 35.8% y 38.5%. Por su parte, Soberanes *et al.* (2002) registraron que la mortalidad inducida por piretroides se ubicó entre el 14.5% y 37.5%. Tomando en cuenta los resultados de este estudio y los de los trabajos citados, se puede observar que los piretroides mostraron una baja o nula eficacia para controlar las poblaciones de garrapata *R. microplus*, por lo que debe evitarse su uso.

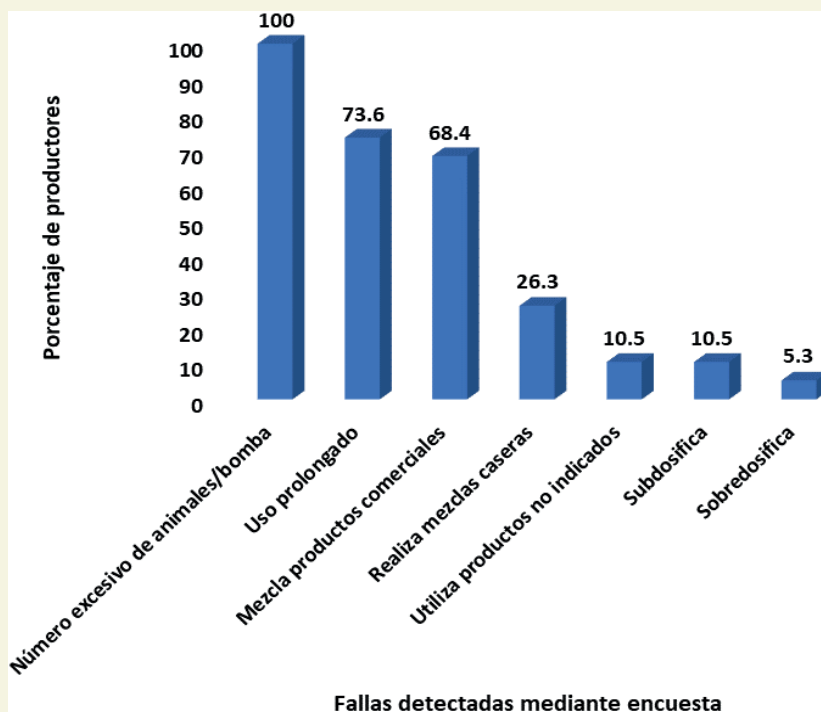
Con la utilización del amitraz para el control químico de la garrapata *R. microplus*, se observó un promedio de 49% de mortalidad larvaria, con un rango de 26.5% a 100%. En contraparte, Valdez-Espinoza *et al.* (2021), observaron que el amitraz provocó una mortalidad larvaria de entre el 10% y 44%. En la presente investigación se observó que, en solo una de las ocho subpoblaciones de garrapata estudiadas, el amitraz mostró una efectividad del 100%.

El fipronil provocó una mortalidad larvaria promedio de 99.2%. Se observó que este principio activo, en cinco de los ocho ranchos incluidos en el estudio, provocó una mortalidad del 100%. Este resultado es similar a lo observado por Valdez-Espinoza *et al.* (2021) en Hidalgo, México, quienes reportaron que, en 12 de 13 ranchos muestreados el fipronil provocó una mortalidad superior al 90%.

*Identificación de factores de riesgo asociados al desarrollo de resistencia a ixodicidas en la garrapata *R. microplus**

La aparición de la resistencia de la garrapata a los ixodicidas es el resultado de diferentes prácticas inadecuadas por parte del productor, ya que pocas veces sigue al pie de la letra las indicaciones de uso. A continuación, se mencionan las principales fallas detectadas que potencialmente contribuyen con la aparición de resistencia en la garrapata a los ixodicidas (figura 1):

FIGURA 1. PRINCIPALES FALLAS EN EL USO DE IXODICIDAS DETECTADAS EN ENCUESTAS APLICADAS A PRODUCTORES DE GANADO BOVINO DE LOMA BONITA Y TUXTEPEC, OAXACA, MÉXICO



- Número excesivo de animales bañados por bomba: en el presente estudio se observó que los productores bañan en promedio 11 animales adultos por cada mochila aspersora de 20 litros, con un rango que va de cuatro a 25 animales. Para un baño de aspersión correcto, Rodríguez-Vivas *et al.* (2006) recomendaron bañar cuatro animales adultos o cinco en crecimiento por bomba para evitar problemas por subdosificación.
- Uso prolongado: se recomienda que cada 6-12 meses se lleve a cabo la rotación de ixodicidas para evitar la aparición de resistencia en la garrapata. Derivado de la información proporcionada en la encuesta, se determinó que el 73.6% de los productores encuestados ha tardado más de dos años usando los mismos principios activos.

- Mezclas empíricas de productos comerciales: la mezcla de productos comerciales sin una justificación técnica se debe evitar. Sin embargo, se detectó que el 68.4% de los productores encuestados realiza de manera arbitraria mezclas de productos comerciales, especialmente los que involucran el amitraz y el coumafós.
- Mezclas de ixodicidas con productos de uso doméstico: el realizar mezclas del ixodicida con productos de uso doméstico puede contribuir a su inactivación. El 26.3% de los productores encuestados mencionaron que utilizan mezclas caseras de cal, vinagre, gasolina, diésel, petróleo, urea y productos de limpieza.
- Uso de productos comerciales no indicados: existen productos cuyo uso en animales productores de leche no está recomendado porque se acumulan en el tejido graso y se liberan muy lentamente. Al respecto, el 10.5% de los productores encuestados usaron fipronil en animales en ordeña, lo que representa un alto riesgo para la salud del humano por la contaminación de la leche con este principio activo.
- Subdosificación o sobredosificación. Alonso y Fernández (2022), mencionaron que un animal infestado requiere un baño eficaz y una concentración apropiada para controlar el número de garrapatas que tiene en su superficie. Sin embargo, el 10.5% y 5.3% de los productores encuestados subdosifican o sobredosifican. Lo anterior se debe a que no utilizan un método para medir de manera correcta la cantidad de producto que se adiciona. Asimismo, la percepción de baja eficacia de los productos los ha llevado a incrementar de manera arbitraria la cantidad de producto comercial.

*Determinación del grado de resistencia de la garrapata
R. microplus al coumafós, cipermetrina y amitraz*

El grado de resistencia al coumafós, cipermetrina y amitraz es especialmente importante porque se trata de los principios activos más utilizados por los productores regionales. Por ello, se espera que el nivel de resistencia de la garrapata *R. microplus* sea mayor, con respecto a otras sustancias. En la tabla 4 se muestran la mortalidad larvaria promedio causada por los principios activos antes mencionados en las subpoblaciones de garrapata incluidas en el estudio.

TABLA 4. PORCENTAJE DE MORTALIDAD LARVARIA PROVOCADA POR COUMAFÓS, CIPERMETRINA Y AMITRAZ DE SUBPOBLACIONES DE GARRAPATA *R. MICROPLUS* EN UNIDADES DE PRODUCCIÓN BOVINA DE DOBLE PROPÓSITO DE LOMA BONITA Y TUXTEPEC, OAXACA, MÉXICO

UPP	Coumafós	Cipermetrina	Amitraz
UPP1	100.0	1.5	19.4
UPP2	96.9	0.0	42.4
UPP3	43.0	0.0	34.8
UPP4	100.0	0.0	36.8
UPP5	100.0	20.0	81.5
UPP6	100.0	11.0	33.6
UPP7	84.5	0.0	35.3
UPP8	100.0	50.0	33.3
UPP9	100.0	67.8	84.1
UPP10	100.0	22.7	51.7
UPP11	60.7	67.8	0.0
UPP12	77.1	22.7	100.0
UPP13	63.5	61.3	98.0
UPP14	44.1	87.5	100.0
UPP15	100.0	0.0	75.0
UPP16	51.4	40.0	73.0
UPP17	62.1	46.0	93.0
Promedio	81.4	29.3	58.3
UPP = Unidad de Producción Pecuaria.			

Fuente: elaboración propia.

El coumafós provocó una mortalidad larvaria promedio de 81.4%. El 52.9% de las subpoblaciones de garrapata *R. microplus*

estudiadas mostró resistencia a este compuesto. El resultado difiere de lo reportado por Rodríguez-Vivas *et al.* (2021), quienes realizaron un muestreo en 54 establos ubicados en 15 estados de México y observaron que el 25.9% de las unidades de producción mostró resistencia de las garrapatas al coumafós. Este problema puede ser el resultado del uso indiscriminado que los productores hacen de este compuesto.

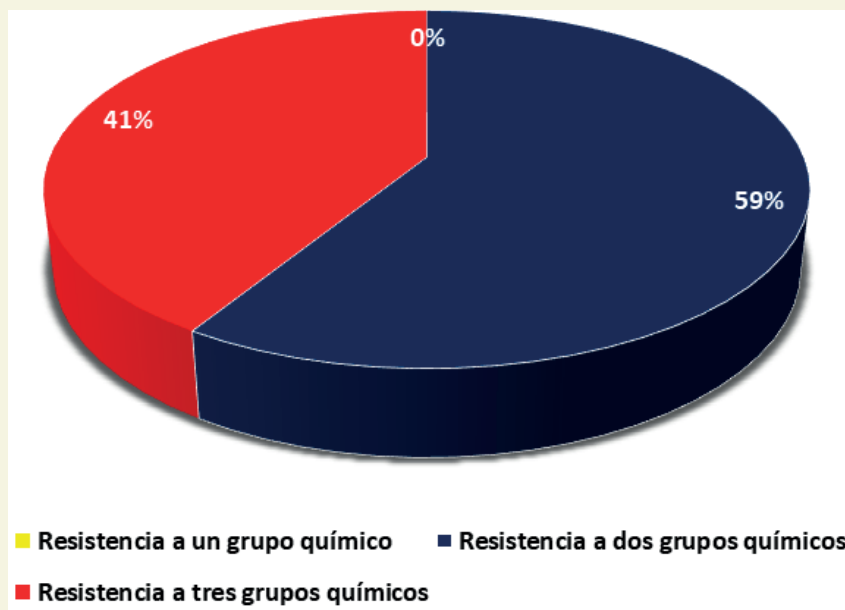
La mortalidad larvaria relacionada con el uso de cipermetrina tuvo, en la presente investigación, un promedio de 29.3%. En este estudio, el 100% de las subpoblaciones de garrapata estudiadas fueron resistentes a la cipermetrina. Esto concuerda con lo observado por Fernández-Salas *et al.* (2012), quienes registraron que el 90.6% de las poblaciones de garrapata evaluadas mostraron resistencia a la cipermetrina. Lo anterior indica que, de todos los ixodíctidos, el grupo de los piretroídes es el que más resistencia genera (Rodríguez-Vivas *et al.*, 2006).

La mortalidad larvaria promedio inducida por el amitraz fue de 58.3%. Este valor es muy similar a lo establecido por Valdez-Espinoza *et al.* (2021), quienes muestrearon 13 ranchos y observaron una mortalidad larvaria promedio de 54.2%. Asimismo, el porcentaje de subpoblaciones de garrapata que muestran resistencia al amitraz (82.3%) es superior a lo registrado por Fernández-Salas *et al.* (2012), quienes estudiaron 53 ranchos y observaron que en el 54.7% de ellos existió resistencia de las garrapatas a este principio activo.

En la figura 2 se muestra el porcentaje de subpoblaciones de garrapata que mostraron resistencia a uno, dos o tres principios activos.

Del total de las subpoblaciones de garrapata estudiadas, 59% mostró resistencia simultánea a dos principios activos, mientras que el 41% restante tuvo resistencia a tres principios activos. Lo anterior indica una alta adaptabilidad de *R. microplus* y subraya la necesidad de que los productores deben implementar estrategias de control alternativas, con la finalidad de reducir la dependencia a los productos químicos, ya que los ixodíctidos deben considerarse como un recurso no renovable y una vez que existen garrapatas resistentes, estos gradualmente pierden su utilidad.

FIGURA 2. PORCENTAJE DE SUBPOBLACIONES DE GARRAPATA *R. MICROPLUS* QUE MUESTRAN RESISTENCIA SIMULTÁNEA A DOS O TRES GRUPOS DE IXODICIDAS EN UNIDADES DE PRODUCCIÓN BOVINA DE LOMA BONITA Y TUXTEPEC, OAXACA, MÉXICO



Conclusiones

La garrapata *R. microplus* muestra altos niveles de resistencia a los organofosforados, piretroides y amidinas, mientras que el fipronil demostró una alta eficacia en su control en las unidades de producción bovina de Loma Bonita y Tuxtepec, Oaxaca.

El análisis de las prácticas de manejo indicó que la resistencia se asoció con aplicaciones empíricas de productos garrapaticidas, falta de rotación de ingredientes activos, subdosificación o sobredosificación, mezclas arbitrarias y uso de compuestos no indicados, además de la ausencia de asesoría técnica.

El alto nivel de resistencia de la garrapata *R. microplus* a los ixodicidas evidencia la necesidad de implementar estrategias de manejo integrado que combinen el uso racional de ixodicidas con métodos no

químicos como la rotación de potreros, control biológico, uso de razas de bovinos resistentes y capacitación técnica de los productores.

Referencias

- Aguirre E. J., Santamaría V. M. (1986). Purificación y caracterización toxicológica de garrapatas *B. microplus* resistentes a ixodicidas organofosforados y organoclorados. Reunión Anual de la Asociación Mexicana de Parasitología Veterinaria, A.C. Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. P. 4.
- Alonso-Díaz, M. A., Fernández-Salas, A. (2022). *Rhipicephalus microplus*: biología, control y resistencia. Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical, UNAM. https://www.fmvz.unam.mx/fmvz/centros/ceiegt/archivos/Manual_R_Microplus.pdf
- FAO (Food and Agriculture Organization). (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 Division, Rome, pp. 53. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/8efa816b-a7d5-4667-8c33-777fd35bc13b/content>.
- Guerrero, F., Lovis, L., Martins, J. (2012). Acaricide resistance mechanisms in *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária, 21, 1-6. Doi: 10.1590/s1984-29612012000100002.
- Norma Oficial Mexicana NOM-006-ZOO-1993. Requisitos de efectividad biológica para los ixodicidas de uso en bovinos y método de prueba. Diario Oficial de la Federación. México. D.F. Secretaría de Gobernación. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/202275/NOM-006-ZOO-1993_210994_Orig.pdf.
- Ortiz, E. M., Santamaría, V. M., Ortiz, N. A., Soberanes, C. N., Osorio, M. J., Franco, B. R., Martínez, I. F., Quezada, D. R., Fragoso, S. H. (1995). Caracterización de la resistencia de *B. microplus* a ixodicidas en México. III Seminario Internacional de Parasitología Animal. "Resistencia y control en garrapatas y moscas de importancia veterinaria". SAGAR-CANIFARMA-FAO-IICA-INIFAP. Acapulco, Gro., México. Pp. 58-66.

- Perez-Cogollo, L. C., Rodríguez-Vivas, R. I., Ramírez, G. T., Miller, R. J. (2010). First report of the cattle tick *Rhipicephalus microplus* resistant to ivermectin in Mexico. *Veterinary Parasitology*, 168, 165-169. Doi: 10.1016/j.vetpar.2009.10.021.
- Perotto, D., Lemos S. N., Carneiro, P. M., Fragonesi, S. C., de Souza, J. C. (2025). Populational model of *Rhipicephalus microplus* in beef cattle in the Southern region of Paraná, Brazil. *Veterinary Sciences*, 12(3), 206. Doi: <https://doi.org/10.3390/vetsci12030206>.
- Reck, J., Marcondes, K. G., Webster, A., Dall'Agnol, B., Scheffer, R., Araújo, S. U., Bamberg, C. V., Vargas, R., Silveira, S. J. Souza, M. J. R. (2014). First report of fluzuron resistance in *Rhipicephalus microplus*: a field tick population resistant to six classes of acaricides. *Veterinary Parasitology*, 201, 128-136. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2014.01.012>.
- Rodríguez-Vivas, R. I., Hodgkinson, J. E., Tree, A. J. (2012). Resistencia a los acaricidas en *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*: situación actual y mecanismos de resistencia. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 3 (supl. 1), 9-24. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v3s1/v13s1a4.pdf>.
- Rodríguez-Vivas, R. I., A. Rosado A., G. Basto E., Z. S. García V., R. Rosario C., H. Fragoso S. (2006). Manual técnico para el control de garrapatas en el ganado bovino. Publicación Técnica No. 4. CENID-Parasitología Veterinaria. México. 29 p. https://www.researchgate.net/publication/304102046_Manual_Tecnico_para_el_control_de_garrapatas_en_el_ganado_Bovino.
- Rodríguez-Vivas R. I. (2017). Evaluación del impacto económico potencial de los parásitos del ganado bovino en México. Revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 8(1), 61-74. Doi: <https://doi.org/10.22319/rmcp.v8i1.4305>.
- Rodríguez-Vivas, R.I., España, E. R., Blanco, I.L., Ojeda-Chi, M. M., Trinidad-Martínez, I., Islas, J. A. T., Bhushan, C. (2021). Monitoring the resistance of *Rhipicephalus microplus* to amitraz, flumethrin, coumaphos, and ivermectin on cattle farms in Mexico. *Veterinary Parasitology, Regional Studies and Reports*, 26,100644. doi: 10.1016/j.vprsr.2021.100644.
- Santamaría, V. M. (1992). Determinación de las dosis discriminantes a tres piretroides sintéticos en la cepa *Boophilus microplus* susceptible CENAPA. II Congreso Nacional de Parasitología Veterinaria, 2 a 4 de abril de 1992. Veracruz, México.

- Soberanes, C. N., Santamaría, V. M., Fragoso, S. H., García, V. Z. (2002). Primer caso de resistencia al Amitraz en la garrapata del ganado *Boophilus microplus* en México. *Técnica Pecuaria en México*, 40, 81-92. <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/1312/1307>.
- Stone, B. F., Haydock, K. P. (1962). A method for measuring the acaricide-susceptibility of the cattle tick *Boophilus microplus* (Can.). *Bulletin of Entomological Research*, 53(3), 563-578. Doi: <https://doi.org/10.1017/S000748530004832X>.
- Valdez-Espinoza, U. M., Hernández, O. R., Lagunes-Quintanilla., Castro, S. E. (2021). Análisis de la susceptibilidad a los ixodicidas en hatos bovinos de una región del estado de Hidalgo, México. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 4(3), 3642-3648. <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/34263/26786>

ACERCA DE LOS AUTORES



• Dr. Cecilio Ubaldo
Aguilar Martínez

Profesor investigador de la Universidad del Papaloapan campus Loma Bonita. Avenida Ferrocarril S/N. Col. Ciudad Universitaria. Loma Bonita, Oaxaca, México. C.P. 68400. Mastitis subclínica en hatos bovinos de doble propósito en trópico bajo ordeño manual y mecánico. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú. 36(3):e29080. <https://doi.org/10.15381/rivep.v36i3.29080>. Correo: ubaldocuam@gmail.com



• Dr. Miguel Ángel
Sánchez Hernández

Profesor investigador de la Universidad del Papaloapan campus Loma Bonita. Avenida Ferrocarril S/N. Col. Ciudad Universitaria. Loma Bonita, Oaxaca, México. C.P. 68400. Corn kernel and corn fodder yield in four maize varieties in the humid tropics of Mexico. Agro Productividad. <https://doi.org/10.32854/agrop.v16i12.2775>. Correo: mangelsan@hotmail.com



• Dra. Gladis
Morales Terán

Profesora investigadora de la Universidad del Papaloapan campus Loma Bonita. Avenida Ferrocarril S/N. Col. Ciudad Universitaria. Loma Bonita, Oaxaca, México. C.P. 68400. Carcass yield and primal cuts of lambs fed different diets in the humid tropics. Agro Productividad. 16 (12):113-119. <https://doi.org/10.32854/agrop.v16i12.2776>. Correo: gteran_75@hotmail.com



• Dr. José Ángel
Rueda Barrientos

Profesor Investigador de la Universidad del Papaloapan campus Loma Bonita. Avenida Ferrocarril S/N. Col. Ciudad Universitaria. Loma Bonita, Oaxaca, México. C.P. 68400. Sun declination and distribution of natural beam irradiance in earth. Atmosphere 15(8) 1003; <https://doi.org/10.3390/atmos15081003>. Correo: angelruedab@gmail.com



Volver al contenido