

## ARTÍCULO CIENTÍFICO

**Distribution of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* Ticks on Cattle and Farms from Altiplano Cundiboyacense (Colombia)**

**Distribución de garrapatas *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* en bovinos y fincas del Altiplano cundiboyacense (Colombia)**

Jesús Alfredo Cortés Vecino<sup>1</sup>, Jesús Antonio Betancourt Echeverri<sup>2</sup>, Jorge Argüelles Cárdenas<sup>3</sup>, Luz Astrid Pulido Herrera<sup>4</sup>

## ABSTRACT

In Colombia, the presence of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* ticks has been registered in altitudes ranging from zero to 2,600 meters above the sea level. Currently, there are no reports of its distribution in the Altiplano Cundiboyacense, an important dairy region of Colombia. In the present work, ticks of each stage were searched on cattle and pastures from 108 farms ranging from 2,000 to 3,000 meters of altitude. A total of 851 specimens of *R. (B.) microplus* (100% of total) were collected from 34 farms located between 1,966 and 2,903 meters of altitude. This is the first report in Colombia on the presence of this tick in altitudes higher than 2,600 meters and on its distribution in the Altiplano Cundiboyacense.

These results confirm the existence of this tick as an ectoparasite of cattle, vector of haemoparasites, in areas where it was not previously reported, and they present a potential risk of transmission of these pathogens in highly susceptible bovine populations. Future research must define the bioecology and population dynamics of this tick in that region and the prevalence of cattle infected with tick-borne pathogens.

**Keywords:** Ticks, Bovines, Dairy Cattle, Altiplano Cundiboyacense, Colombia.

## RESUMEN

En Colombia, la presencia de la garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* ha sido registrada en altitudes que oscilan entre 0 y 2.600 metros sobre el nivel del mar (msnm). Actualmente, no existen reportes de distribución de esta especie en el Altiplano cundiboyacense, zona geográfica de importancia nacional en la producción de leche. Para el presente trabajo se buscaron especímenes de cada uno de los estadios de la garrapata en bovinos y en potreros de 108 predios situados entre los 2.000 y 3.000 msnm, en las diferentes zonas del Altiplano cundiboyacense. Se colectaron 851 garrapatas, en total, de la especie *R. (B.) microplus* (100% de las muestras) en 34 predios ubicados entre los 1.966 y 2.903 msnm. Este es el primer estudio en Colombia que registra la presencia de esta garrapata a una altitud superior a los 2.600 msnm y que caracteriza su distribución en el Altiplano cundiboyacense. Los resultados obtenidos demuestran la existencia de esta especie, ectoparásito de bovinos y vector de hemoparásitos, en zonas geográficas donde hasta hace algunos años no se registraba su presencia. Lo anterior plantea un panorama de riesgo para la presentación de babesiosis y anaplasmosis bovina en poblaciones altamente susceptibles. Estudios posteriores deberán definir la bioecología de esta garrapata en esta región y la prevalencia de infección en bovinos de los patógenos asociados.

**Palabras clave:** garrapatas, bovinos, ganadería de Leche, altiplano cundiboyacense, Colombia.

## INTRODUCCIÓN

Las garrapatas son ectoparásitos hematófagos, prácticamente, de todos los vertebrados terrestres, aves y algunos anfibios, aunque han sido considerados parásitos cosmopolitas, numerosas especies están restringidas a regiones (hábitats) específicas (Guglielmone *et al.*, 2004; Guglielmone *et al.*, 2003; Hernández, 2005; Needham y Teel, 1991). Su importancia ha sido reconocida por su impacto en la

<sup>1</sup> Médico Veterinario, MSc, candidato a Doctor en Ciencias Agropecuarias, Tesista Corpoica. Profesor Asociado, Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. [jacortesv@unal.edu.co](mailto:jacortesv@unal.edu.co).

<sup>2</sup> Médico Veterinario Zootecnista, MSc, PhD. Investigador Principal. Coordinador Salud Animal. Corpoica – Ceisa. [jabetancourt@corpoica.org.co](mailto:jabetancourt@corpoica.org.co).

<sup>3</sup> Ingeniero Agrónomo, MSc. Investigador Máster Principal, Grupo de Manejo Fitosanitario, C.I. Tibaitatá, Corpoica, Mosquera. [jarguelles@corpoica.org.co](mailto:jarguelles@corpoica.org.co).

<sup>4</sup> Licenciada en Biología, MSc, estudiante de doctorado en Ciencias, Línea de Biodiversidad y Conservación, Tesista Corpoica, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. [lapulidoh@unal.edu.co](mailto:lapulidoh@unal.edu.co).

salud humana y animal, por el daño que causan al alimentarse y por la transmisión de diversos organismos patógenos (Guglielmone *et al.*, 2004; Guglielmone *et al.*, 2003). Actualmente son reconocidas más de 907 especies distribuidas mundialmente (Barker y Murrell, 2008; Horak *et al.*, 2002).

*Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Canestrini, 1888), denominada la "Garrapata Común del Ganado", es la especie de mayor importancia en el ámbito veterinario por su impacto en la salud bovina, debido a su papel como vector de hemoparásitos como *Babesia* spp. y *Anaplasma* spp., y a nivel económico, en la producción de leche, carne y pieles (Bock *et al.*, 2008; FAO, 1984; Kocan *et al.*, 2008; López y Vizcaíno, 1992). Esta garrapata se encuentra ampliamente distribuida en Latinoamérica y Colombia, donde causa pérdidas económicas significativas anuales en la ganadería bovina (Benavides, 2001; López, 1990; Späth *et al.*, 1994a; Späth *et al.*, 1994b).

Múltiples estudios en diversos países han evaluado el impacto de la infestación por garrapatas en la producción de leche y carne, debido al efecto del consumo de sangre, además de las pérdidas en las pieles asociadas con el efecto directo sobre el animal (FAO, 1984; Späth *et al.*, 1994a; Späth *et al.*, 1994b). Lobo (1982) estimó las pérdidas anuales ocasionadas por las enfermedades parasitarias en Colombia, las cuales, en pesos del año 2001 equivaldrían a \$150.417 millones de pesos, de estas, el 51% corresponde a garrapatas y moscas, y el 8% a hemoparásitos (Benavides, 2001; FAO, 1984; Späth *et al.*, 1994a; Späth *et al.*, 1994b).

Los efectos de las garrapatas en la salud humana y animal son múltiples. En la ganadería, la babesiosis y la anaplasmosis son dos patologías de alto impacto en términos de morbilidad y mortalidad. Las garrapatas son los únicos vectores biológicos de protozoarios del género *Babesia* spp., y en Colombia *R. (B.) microplus* es el único vector identificado, tanto de *Babesia bovis* como de *B. bigemina* (Mateus, 1989). Para el caso de las bacterias (rickettsias) del género *Anaplasma*, las garrapatas cumplen un papel definitivo en la epidemiología de la enfermedad, aunque otros artrópodos pueden participar en la transmisión (Benavides, 1985; Friedhoff, 1981; Guglielmone, 1995; Jonsson, 2008; Kocan, *et al.*, 2010; López y Vizcaíno, 1992; Uilenberg, 2006; Vizcaíno, 1983).

La garrapata *R. (B.) microplus*, originaria del continente asiático y de la Isla de Java, pudo ser introducida en la mayoría de los países tropicales y subtropicales a través de la importación de ganado. Su presencia ha sido descrita en varios países del mundo y en la región Neotropical (exceptuando a Chile). Esta especie está distribuida desde el norte de Argentina hasta México, incluyendo las islas del Caribe y las Antillas (Kessler y Schenk, 1998; Pereira y

Labruna, 2008).

Se considera que la primera descripción de *R. (B.) microplus* en nuestro país fue hecha por Osorno (1939), aunque él mismo reporta trabajos previos realizados por Dunn (1923), de muestras de Bucaramanga y Barranquilla, y por Minning (1934), de especímenes de Cartagena. Éste último autor es quien define esta especie como la garrapata más común en el ganado de Colombia y Panamá. Algunos trabajos posteriores como el de Durán (1967), Rueda *et al.* (1968) y Zaraza (1968) (referenciados en Hernández *et al.*, 1977) describen a esta especie como la más común en las regiones de Manizales (Caldas), El Nus (Antioquia) y Villavicencio (Meta), respectivamente. En años ulteriores, los trabajos y reportes hechos por Arias *et al.* (1991), Betancourt (1973, 1992), Evans (1978), Hernández *et al.* (1977) y López *et al.* (1985, 1989) registraron la distribución de *R. (B.) microplus* en zonas geográficas con altitudes entre 2 y 2.640 msnm (ver Anexo 1).

Para el Altiplano cundiboyacense la presencia de este parásito no ha sido descrita. Muy pocos estudios han evaluado el impacto de la presencia y distribución de la garrapata en áreas geográficas no endémicas en Colombia; este desconocimiento del parásito podría llevar al establecimiento de tratamientos químicos muy frecuentes y a la transmisión de hemoparásitos en poblaciones bovinas altamente susceptibles. De hecho, tratamientos frecuentes de bovinos con acaricidas han sido ya documentados (Ortiz, 2004).

El Altiplano cundiboyacense, como unidad biogeográfica de la Cordillera Oriental colombiana, se extiende a lo largo de un eje de 250 Km con una orientación suroccidente-nororiental y con altitudes entre los 2.000 y 3.000 msnm (Rivera, 2004). En esta región, los sistemas de producción ganaderos pueden ser clasificados en ganadería de leche especializada (la cual representa la mayor parte de la región), en ganadería de doble propósito y en ganadería de carne; estas últimas con una menor proporción. Se estima que esta región alberga alrededor de un millón de cabezas de ganado del hatu ganadero colombiano, cercano a los 23 millones de cabezas según Fedegan (2006), consecuencia de la evolución inicial de la producción de leche en Colombia, asociada a la adaptabilidad de razas especializadas en la producción de leche y a la cercanía a los grandes centros de consumo (Holmann *et al.*, 2006; Holmann *et al.*, 2003).

Según cálculos realizados por instituciones del sector como Analac (Asociación Nacional de Productores de Leche), Cega (Centro de Estudios Ganaderos y Agrícolas), Fedegan (Federación Colombiana de Ganaderos) y el DNP (Departamento Nacional de Planeación), la segunda región con mayor producción lechera de Colombia es la región central, a la cual

pertenece el Altiplano cundiboyacense, con un 34% del total de la producción nacional (Fedegan, 2002).

El fenómeno del calentamiento global aporta una nueva dimensión al panorama planteado. Nuevas regiones, que antes se consideraban desfavorables para las garrapatas, están ahora ingresando a los mapas de distribución, y debido a la relación del vector con la distribución de los hemoparásitos, se vislumbra una situación potencial de inestabilidad enzoótica para hemoparásitos en poblaciones de animales susceptibles (Sutherst, 2004; Sutherst, 2001).

Hasta el momento no se conocen trabajos publicados donde se registre la presencia de la garrapata *R. (B.) microplus* en el Altiplano cundiboyacense. El presente trabajo se realizó para establecer la presencia de esta especie y su distribución en la mencionada región geográfica.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Muestreo

El método de muestreo aplicado en el estudio fue aleatorio simple. La población objeto de estudio corresponde a fincas ganaderas con vocación predominantemente lechera del Altiplano cundiboyacense. El marco muestral correspondió a los registros respectivos de agremiaciones ganaderas como Fedegan y Analac, equivalentes a 78.246 predios, distribuidos entre los 2.000 y 3.000 msnm, en dos departamentos: 45.670 en Boyacá y 32.576 en Cundinamarca. Se realizó un estudio para *R. (B.) microplus* basado en un modelo de estudio epidemiológico poblacional de detección de enfermedad, con un nivel de confianza de 95%, asumiendo un nivel de infestación de 3% (De Blas *et al.*, 2000). El tamaño de la muestra se estableció de acuerdo con la siguiente expresión:

$$n = [1 - (1 - NC)^{1/d}] - [N - (d - 1)/2]$$

donde:

- n = Tamaño requerido de la muestra.
- N = Número de predios lecheros.
- d = Número de fincas con presencia de garrapata.
- NC = Nivel de confianza en tanto por uno (0,95).

En total, 108 fincas ganaderas fueron seleccionadas al azar por rangos de altitud estratificados cada 200 m, desde 2.000 y hasta 3.000 msnm. Para la selección de las fincas se tuvo en cuenta el número de fincas y la población ganadera de cada municipio estudiado. Las diferentes zonas del Altiplano cundiboyacense fueron incluidas en la muestra. Las fincas seleccionadas fueron visitadas desde abril hasta noviembre de 2009.

### Selección de animales

En cada uno de los predios escogidos, los bovinos fueron seleccionados por su edad y sexo, principalmente hembras adultas, por el tipo de producción lechera de la región de estudio. El número de animales escogidos para cada finca fue de siete (7), siguiendo la metodología de Walker (1975), para un total de 756 bovinos en todos los predios elegidos.

### Colecta de garrapatas en animales

Los animales seleccionados fueron manejados de forma individual, y posteriormente se les practicó un riguroso examen físico visual y por palpación de la piel, para la detección de garrapatas en cualquier estadio (Betancourt, 1990; Wilkinson, 1961). El examen se hizo de manera sistemática en las siguientes regiones anatómicas preestablecidas: pabellón de las orejas, cabeza, cuello, espalda, tren anterior, axilas, pecho, vientre, ubre, escroto, flancos, ingle, tren posterior, periné y cola (Walker, 1977).

Las garrapatas fueron retiradas manualmente, y en algunos casos se utilizaron pinzas planas, las cuales fueron colocadas tan cerca como fuera posible al capítulo de las garrapatas, para evitar el deterioro de la muestra. Posteriormente, las muestras colectadas fueron depositadas en frascos rotulados con el código de la finca. Se utilizaron frascos individuales para cada una de las fincas muestreadas. Este código se utilizó para relacionar información detallada de datos, tales como: fecha de colecta, departamento, municipio, nombre del colector, altitud y coordenadas geográficas de longitud y latitud.

### Colecta de garrapatas en praderas

Se usó el método propuesto por Wilkinson (1961) para la recolección de las larvas (no parasíticas) de la garrapata, localizadas en las praderas. Se utilizó una franela blanca de 1 m<sup>2</sup> que fue arrastrada horizontalmente en potreros con pasturas de alimentación para el ganado, con un patrón de recorrido aleatorio sobre una superficie de 1 m x 70 m (Zimmerman y Garris, 1985). En el área seleccionada, principalmente en horas de la mañana, se realizaron cuatro recorridos lineales, en forma de cruz '+', uno de ida y otro de regreso, por trayecto, en un tiempo de 7 minutos por recorrido, para un total de 28 minutos (Figura 1).

### Preservación e identificación de las muestras

Las garrapatas colectadas fueron preservadas en alcohol etílico al 70% y transportadas en recipientes rotulados al Laboratorio de Garrapatas y Hemoparásitos de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica) para su posterior identificación taxonómica.



fincas con presencia de la garrapata correspondió a 2.200-2.400 msnm. De este rango hacia el límite superior, los porcentajes de fincas con presencia de la garrapata fueron disminuyendo. En altitudes menores (rangos < 2.000 msnm y 2.000-2.200 msnm) se encontró la garrapata en el 7,41% de las 108 fincas incluidas en el estudio.

**Tabla 2.** Porcentaje de fincas del Altiplano cundiboyacense con presencia de *R. (B.) microplus* (n = 108).

Altitud (msnm)	Fincas	Porcentaje (%)
< 2.000	1	0,93
2.000-2.200	7	6,48
2.200-2.400	11	10,19
2.400-2.600	8	7,41
2.600-2.800	5	4,63
2.800-3.000	2	1,85
> 3.000	0	0,00
TOTAL	34	31,48

msnm = metros sobre el nivel del mar; n = tamaño de la muestra.

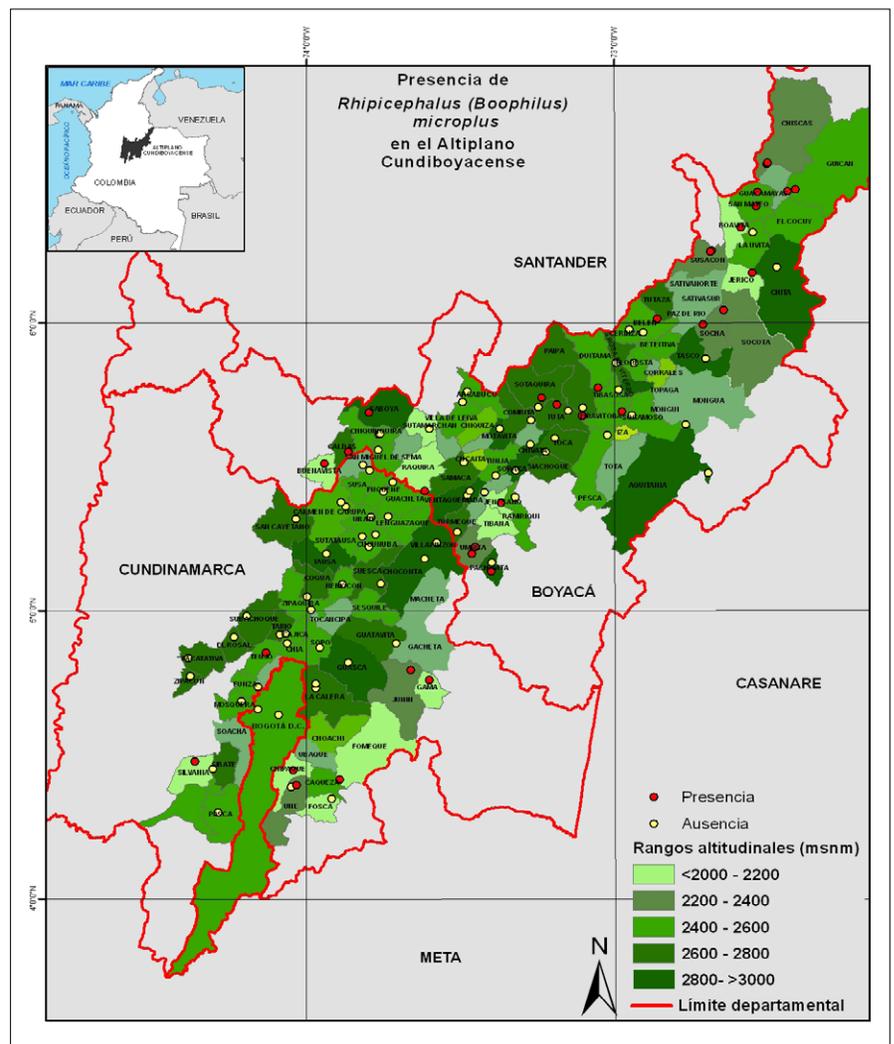
Del total de 108 predios incluidos, 34 (31,5%) registraron presencia de la garrapata en bovinos. Solo en 11 fincas (10,2%) se encontraron larvas de la garrapata en potreros. Un total de 52 predios (49%) reportaron historia de presencia de la garrapata; 276 muestras (32,4%) fueron colectadas en predios del Departamento de Cundinamarca y 575 (67,6%) en predios del Departamento de Boyacá. La presencia de la garrapata en la región de estudio fue registrada entre los 1.966 msnm (Gama, Cundinamarca) y 2.903 msnm (Pachavita, Boyacá).

En la Figura 2 se presenta un mapa del Altiplano cundiboyacense con las coordenadas geográficas de los lugares de estudio con presencia o ausencia de la garrapata *R. (B.) microplus*. Este mapa indica, con modelos de elevación de 1.500 a 3.300 msnm, las altitudes a las cuales fueron colectadas. En altitudes entre los 2.200 a 2.600 msnm existe una mayor proporción de predios con presencia de la garrapata, comportamiento que se modifica a altitudes mayores donde la proporción de predios con ausencia, aumenta. Sólo algunos puntos por encima de los 2.600 msnm registraron presencia de la garrapata en los municipios de Tutazá, Tuta, Sotaquirá, Paipa, Pachavita, Saboyá y Caldas, del Departamento de Boyacá.

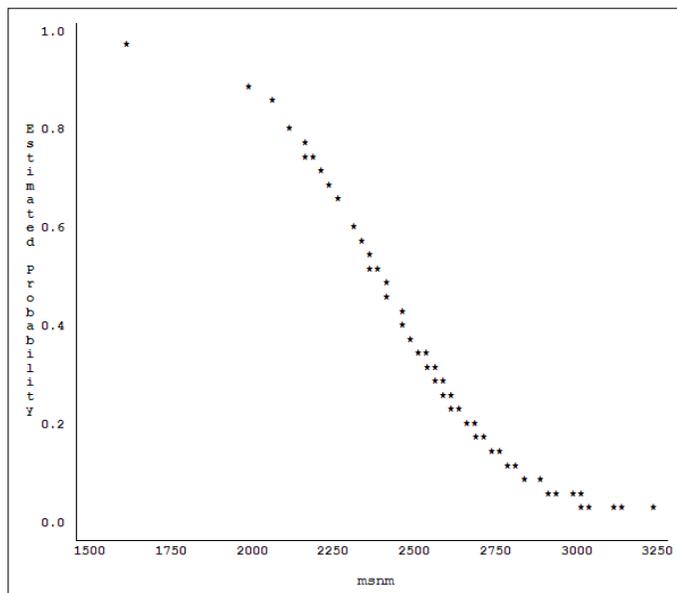
El modelo de regresión logística ajustado (Díaz, 1999) permitió estimar la probabilidad de presencia de la garrapata a diferentes altitudes de la región geográfica en estudio. De acuerdo con el análisis mencionado, el efecto de la altitud sobre la presencia de la garrapata *R. (B.) microplus* fue estadísticamente significativo ( $\alpha < 0,0001$ ). Como se puede observar en la Figura 3, existe una relación inversa entre la probabilidad de presencia de la garrapata y la altitud. Por ejemplo, la probabilidad estimada de presencia de la garrapata, para una altitud de 3.214 msnm (mayor altitud observada) es de 0,014 (1,4%), mientras que para una altitud de 1.595 msnm (menor altitud registrada) la probabilidad estimada es de 0,981 (98,1%).

DISCUSIÓN

Históricamente, la distribución de la garrapata *R. (B.) microplus* en Colombia había estado limitada a zonas del trópico bajo y medio con altitudes entre 0 y 1.500 msnm,



**Figura 2.** Distribución de *R. (B.) microplus* en el Altiplano cundiboyacense (Fuente: Original).



**Figura 3.** Probabilidad estimada de presencia de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* a diferentes altitudes del Altiplano cundiboyacense (Fuente: Original).

aunque algunos reportes habían identificado su presencia en predios ubicados hasta los 2.600 msnm, en el municipio de Roncesvalles (Tolima) (Betancourt, 1973; Hernández *et al.*, 1977). A pesar de lo anterior y después de realizar una revisión exhaustiva de los reportes históricos en el país, no se encontró evidencia del registro de la presencia ni distribución de esta garrapata en el Altiplano cundiboyacense, zona de alta vocación ganadera y una de las principales áreas de producción lechera en Colombia.

El presente trabajo es el primero en registrar la presencia de *R. (B.) microplus* a una altitud de 2.903 msnm y en caracterizar una amplia distribución de esta garrapata en las diferentes zonas del Altiplano cundiboyacense, con altitudes que superan los 2.000 msnm. Los resultados indican que el rango de altitud de las fincas con mayor porcentaje de predios infestados estuvo entre 2.200-2.400 msnm. Adicionalmente, el 13,89% del total de las fincas seleccionadas en rangos de altitud superiores al mencionado, también presentaron el ectoparásito. Por tanto, estos resultados sugieren el desplazamiento de este artrópodo hacia altitudes en donde anteriormente no se consideraba posible, de acuerdo con el trabajo de Evans (1978).

Aunque era de esperarse que el porcentaje de fincas con presencia de la garrapata en altitudes por debajo de los 2.200 msnm fuera alto, solo dos fincas fueron visitadas por debajo de los 2.000 msnm. Lo anterior constituye una muestra pequeña, que no pudo ser ampliada debido a los límites altitudinales para el desarrollo del presente estudio. Además, el bajo porcentaje de fincas observado con garrapatas en el rango de 2.000-2.200 msnm pudo

estar afectado por circunstancias tales como tratamientos previos con acaricidas a los bovinos.

Por otro lado, el modelo de regresión logística ajustado en este estudio confirma que existe una probabilidad de presencia de *R. (B.) microplus*  $\geq 50\%$  en altitudes por debajo de los 2.380 msnm, lo que sugiere una alta probabilidad de encontrar esta especie en altitudes entre los 1.500 y 2.300 metros.

El hecho de que *R. (B.) microplus* haya sido la única especie identificada en los predios con presencia de garrapatas, confirma que es la especie más común en el ganado bovino, ya que el estudio incluyó únicamente muestreos sobre éstos animales y sus respectivos potreros de pastoreo.

Se hace necesario precisar que la ampliación de la distribución geográfica de un vector hacia regiones donde su presencia y patogenia es desconocida, representa un alto grado de incertidumbre, tanto para el conocimiento específico de las causas del fenómeno, como para las posibilidades de su control a largo plazo. En este sentido, se debe tener en cuenta que la probabilidad de transmisión de enfermedades se incrementa cuando aumenta la densidad poblacional y se amplía su rango geográfico a nuevas poblaciones hospederas (Thornton *et al.*, 2009). Ante un panorama de tal magnitud se deben considerar, cuando menos, dos factores con respecto a cambio en la distribución del vector: la temporalidad del suceso y la posibilidad de mitigar sus efectos.

En el primer factor se debe determinar si la detección del artrópodo-vector se originó por un acontecimiento de introducción accidental o por el establecimiento de sus poblaciones en diferentes localidades y puntos del tiempo. Para la determinación de la temporalidad del suceso se requiere certeza en la identificación de la especie-plaga, determinación de los patrones de infección/infestación y evidencia científica para evaluar la probabilidad de establecimiento de la especie-plaga (Polley y Thompson, 2009; Myers *et al.*, 1998).

Si se presume un escenario de introducción accidental, las medidas de control estarán encaminadas a la erradicación de la especie plaga o las condiciones naturales causarán su extinción en la región geográfica exótica (Myers *et al.*, 1998). Por el contrario, en un escenario de establecimiento se hace imprescindible el conocimiento de la estacionalidad del parásito y las condiciones críticas para el incremento y dispersión de la población de la especie plaga (Benavides y Romero, 2001a; Benavides y Romero, 2001b; Siddig *et al.*, 2005).

Una primera explicación para la presencia de la garrapata en altitudes superiores a aquellas conocidas como su límite de distribución, puede deberse a su introducción

accidental por el transporte a través de fómites (p. ej., heno, pasto de corte), de aves migratorias o en animales nuevos que ingresan al sistema de producción. Adicionalmente, en las fincas en las cuales se encontró la garrapata, se aplicó una encuesta (datos sin publicar) en la que se estableció que no había ocurrido introducción alguna de bovinos en el año precedente a la visita.

No obstante, la simple identificación de la presencia del artrópodo no indica que pueda cumplir su ciclo de vida de manera eficiente bajo las condiciones ambientales de la región en cuestión, con lo cual el riesgo potencial de establecerse como ectoparásito es variable. El cuestionario que se aplicó a los propietarios de los predios, para identificar factores de riesgo para la presencia de la garrapata y la presentación de la babesiosis y anaplasmosis bovinas (correspondientes a otro estudio), pudo establecer que la presencia del ectoparásito es un problema histórico y que en algunos sectores esta especie probablemente ha completado ciclos de vida en áreas geográficas que tradicionalmente no eran consideradas aptas (datos sin publicar). Sin embargo, para confirmar esta hipótesis, estudios complementarios de bioecología deben ser ejecutados en diferentes épocas del año y rangos altitudinales, con el fin de identificar la capacidad de la especie para producir generaciones viables y completar ciclos de vida en el entorno climático y ecológico del Altiplano cundiboyacense.

Una segunda hipótesis es la que condiciones de cambio o variabilidad climática pueden haber favorecido la expansión de esta especie a mayores altitudes. En el norte de Europa, algunos estudios han reportado una expansión de la garrapata *Ixodes ricinus*, con la consecuente dispersión de la Encefalitis transmitida por garrapatas, debido a la reducción del número de días con bajas temperaturas durante el invierno, en la década de los 90's (Lindgren *et al.*, 2000; Lindgren y Gustafson, 2001). Otro reporte en África sugiere que la presentación de mayores temperaturas ambientales y una modificación en la resistencia a las mismas, por parte de las especies *R. (B.) microplus* y *R. (B.) decoloratus*, han permitido su expansión a nuevas áreas de este continente (Lynen *et al.*, 2008). En las condiciones de Colombia y, específicamente, en zonas pertenecientes al Altiplano cundiboyacense existen evidencias que documentan la ocurrencia del cambio climático (Pabón y Torres, 2006; Pabón y Torres, 2007; Peña, 2008). En el caso específico del Centro de Investigación Tibaitatá de Corpoica, localizado en Mosquera (Sabana de Bogotá), Peña (2008) encontró para el período 1971-2004 que la zona tiende a ser más cálida y más seca hacia el final del período de estudio.

Sin embargo, el efecto de esta variabilidad climática no puede ser analizado de forma estrictamente unicausal, ya que otros factores como la explosión demográfica, las

condiciones socioeconómicas, los cambios antropogénicos del paisaje y el comercio internacional pueden influenciar las densidades poblacionales de las garrapatas y la incidencia de las enfermedades asociadas (Cortés, 2010). En Colombia no se han desarrollado investigaciones que permitan conocer el impacto de la variación climática y de los demás factores mencionados en las poblaciones de estos artrópodos. Es necesario desarrollar estos estudios con poblaciones de *R. (B.) microplus* y su posible relación con la expansión a mayores altitudes, además de establecer modelos de predicción de la distribución de estas especies en escenarios futuros y así proyectar mapas de riesgo.

Para mitigar el efecto del cambio en la distribución del artrópodo, las acciones estarían concentradas en las actividades de manejo de las producciones pecuarias, amparadas por un programa de control regional o nacional, tomando como base investigaciones básicas locales en biología, epidemiología y estrategias de control del vector en cuestión, así como los contextos económicos y socioculturales. Por ejemplo, ante la posibilidad de un incremento en la población de garrapatas en las áreas de producción del ganado vacuno de carne en las próximas décadas en Australia, White *et al.* (2003) proponen el uso de razas bovinas resistentes a las garrapatas o, en su defecto, el aumento en la frecuencia de tratamientos con diferentes garrapaticidas.

Para el caso del Altiplano cundiboyacense, ante un posible establecimiento de poblaciones de la garrapata *R. (B.) microplus*, el número de baños garrapaticidas dependerá de los resultados de los estudios de bioecología, para concentrarlos en una época determinada del año, como ha ocurrido en Brasil (Labruna, 2008). Para la implementación de las estrategias de control, se debe tomar en cuenta que la posibilidad del uso irracional de ectoparasiticidas ya ha sido reportada para la región (Ortiz, 2004).

Adicionalmente, el Altiplano cundiboyacense constituiría un hábitat regional particularmente difícil para las poblaciones no parasíticas de *R. (B.) microplus*. Bajo estas condiciones las garrapatas sobrevivirían en baja densidad, disminuyéndose la posibilidad de infestar un hospedero, lo que podría ser insuficiente para generar y sostener la estabilidad enzoótica para hemoparásitos (Estrada-Peña, 2001). El control intensivo de las garrapatas en una región endémica podría resultar en inestabilidad enzoótica para hemoparásitos y en un mayor impacto de la infestación por garrapatas sobre la ganadería bovina (Nari, 1995). El uso de acaricidas debería concentrarse en aquellas épocas en las que cambian las características del hábitat, propiciando un incremento en el número de estadios larvales de las garrapatas (Estrada-Peña, 2001). En forma complementaria, se deben instaurar programas de manejo integrado de garrapatas.

Finalmente, Shaw *et al.* (2001) señalan que la debilidad de los servicios sanitarios estatales, junto con la posibilidad económica de los propietarios, condiciona el éxito de la quimioterapia y la quimioprofilaxis en un programa de control. También, se debe considerar la participación de los ganaderos de la región en el reconocimiento del nuevo problema parasitario y en la formulación de las políticas de control.

#### CONCLUSIONES

Este es el primer estudio que identifica la presencia y distribución de la garrapata *R. (B.) microplus* en el Altiplano cundiboyacense (Colombia).

Este estudio registra, por primera vez en Colombia, la presencia de esta especie de garrapata, en bovinos, a una altitud superior a los 2.600 msnm (2.903 msnm, en Pachavita - Boyacá).

La presencia demostrada de la garrapata *R. (B.) microplus* en altitudes superiores a los 2.600 msnm sugiere la migración

del ectoparásito hacia estas zonas y, en consecuencia, el riesgo potencial de bovinos con hemoparasitismo clínico en la región.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a Corpoica, y muy especialmente al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, por el apoyo incondicional para la realización de esta investigación enmarcada dentro del proyecto "Modelización del efecto del cambio climático sobre la distribución de la garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* en el trópico alto colombiano". Además, a los profesionales Jenny Herrera, Aldemar Zúñiga y Juan Carlos Benavides por su acompañamiento y colaboración en las actividades de campo y colecta de muestras. Finalmente, expresan gratitud y reconocimiento a entes como Fedegan, alcaldías municipales, comités de ganaderos y Umatas, así como a los ganaderos y personas que, de forma directa o indirecta, apoyaron la realización y culminación exitosa del presente estudio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, J.J.; Betancourt, J.A.; Valencia, C.E. (1991). *Identificación de garrapatas de bovinos en el municipio de Tumaco*. Revista ICA, 26, 145-151.
- Barker, S.C.; Murrell, A. (2008). *Systematics and Evolution of Ticks with a List of Valid Genus and Species Names*. En: Bowman, A.; Nuttall, P. (Eds.), *Ticks: Biology, Disease and Control*. Cambridge University Press. 325 p.
- Benavides, E. (1985). *Consideraciones con relación a la epizootiología de anaplasmosis y babesiosis en los bovinos*. Revista ICA, 20(1), 69-75.
- Benavides, E.; Romero, A. (2001). *Consideraciones para el control integral de parásitos externos del ganado*. Anexo Coleccionable "Manejo integrado de plagas y enfermedades en explotaciones ganaderas 7". Carta Fedegan., 70, 64-86.
- Benavides, E.; Romero, A. (2001a). *Control de Dermatobia hominis (L.) (Diptera: Cuterebridae) en ganaderías del municipio de Vianí, basado en su fluctuación poblacional*. Documento presentado en: XXVIII Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología. Pereira. 8-10 de agosto de 2001.
- Benavides, E. (2001b). *Control de las pérdidas ocasionadas por los parásitos del ganado*. Carta Fedegan, 69, 52-63.
- Betancourt, J.A. (1973). *Incidencia y distribución de garrapatas de bovinos en algunas áreas de Colombia*. Documento presentado en: Congreso Panamericano de Medicina Veterinaria y Zootecnia., Bogotá. Colombia. 52 p.
- Betancourt, J.A. (1990). *Experiencias colombianas en bioecología de la garrapata Boophilus microplus (Can.)*. Documento presentado en: Memorias del Seminario Internacional sobre Diagnóstico, Epidemiología y Control de Enfermedades Hemoparasitarias., Palmira, Valle del Cauca (Colombia). p. 54-71.
- Betancourt, J.A.; García, O.; Roqueme, L.; Navarrete, M. (1992). *Distribución y niveles de infestación por garrapatas en bovinos de Córdoba, noroeste de Sucre y noroeste de Antioquia*. Revista ICA, 27, 63-76.
- Bock, R.E.; Jackson, L.A.; De Vos, A.J.; Jorgensen, W.K. (2008). *Babesiosis of Cattle*. En: Bowman, A.; Nuttall, P. (Eds.), *Ticks: Biology, Disease and Control*. Cambridge University Press. 325 p.
- Cortés, J. (2010). *Cambios en la distribución y abundancia de garrapatas y su relación con el calentamiento global*. Revista de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 57, 65-75.
- Davey, R.B.; Ahrens, E.H.; George, J.E. (1997). *Comparative Effectiveness of Coumaphos Treatments Applied by Different Methods for the Control of Boophilus microplus (Acari: Ixodidae)*. Journal of Agriculture Entomology, 14(1), 45-54.
- Díaz, L. (1999). *Análisis estadístico de datos categóricos*. Unibiblios. Universidad Nacional. Bogotá. 125 p.
- De Blas, N.; Ortega, C.; Frankena, K.; Noordhuizen, J.; Thrusfield, M. (2000). *WinEpiScope 2.0*.: Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza, España; Agricultural University, Wageningen, Netherlands; University of Utrecht, Netherlands & University of Edinburgh, United Kingdom.
- Estrada-Peña, A. (2001). *Forecasting Habitat Suitability for Ticks and Prevention of Tick-borne Diseases*. Veterinary Parasitology, 98(1-3), 111-132.
- Estrada-Peña, A. (2002). *A Simulation Model for Environmental Population Densities, Survival Rates and Prevalence of Boophilus decoloratus (Acari: Ixodidae) Using Remotely Sensed Environmental Information*. Veterinary Parasitology, 104(1), 51-78.
- Evans, D.E. (1978). *Boophilus microplus Ecological Studies and a Tick Fauna Synopsis Related to the Developing Cattle Industry in the Latin American and Caribbean Region*. PhD Thesis. Cnaa/NE London Polytechnic (now Life Science Department, University of East London), United Kingdom, 283 p.
- FAO (1984). *Tick and Tick Borne Diseases Control: A Practical Field Manual*. (Vol. I-II): FAO-UNDP. p. 297, 374-382.
- Fedegan. Federación Colombiana de Ganaderos. (2002). *La ganadería de leche en la ganadería bovina en Colombia 2001-2002*. Bogotá, D.C. Colombia.: Fedegan.191 p.
- Fedegan. Federación Colombiana de Ganaderos. (2006). *Plan estratégico de la ganadería colombiana 2019*. Bogotá: Fedegan-Fondo Nacional del Ganado p. 37.
- Friedhoff, K.T.; Smith, R.D. (1981). *Transmission of Babesia by Ticks*. Babesiosis. New York.: Academic Press. P. 267-321.
- Guglielmone, A. (1995). *Epidemiology of Babesiosis and Anaplasmosis in South and Central America*. Veterinary Parasitology, 57(1-3), 109-119.
- Guglielmone, A.A.; Estrada-Peña, A.; Keirans, J.E.; Robbins, R.G. (2003). *Ticks (Acari: Ixodidae) of the Neotropical Zoogeographic Region*. The Netherlands: International Consortium on Ticks and Tick - borne Diseases (ICTTD - 2). 173 p.
- Guglielmone, A.A.; Bechara, G.H.; Szabó, M.P.; Barros, D.M.; Faccini, J.L.; Labruna, M.B.; De La Vega, R.; Arzua, M.; Campos, M.; Furlong, J.; Mangold, A.J.; Martins, J.; Rodríguez, M.; Venza, J.M.; Estrada-Peña, A. (2004). *Garrapatas de importancia médica y veterinaria: América Latina y el Caribe*. The Netherlands: International Consortium on Ticks and Tick-borne Diseases (ICTTD - 2). 173 p.
- Hernández, F. (2005). *Manual de ganadería doble propósito. El manejo integrado en el control de garrapatas*. Maracaibo (Venezuela): Universidad del Zulia. p. 384-391.
- Hernández, J.A.; Valero, G. (1977). *Incidencia de garrapatas en bovinos en el Departamento del Tolima (Colombia)*. Tesis de Pregrado en Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad del Tolima, Ibagué (Colombia). 57 p.
- Horak, I.G.; Camicas, J.L.; Keirans, J.E. (2002). *The Argasidae, Ixodidae and Nuttalliellidae (Acari: Ixodida): a World List of Valid Tick Names*. Experimental and Applied Acarology, 28(1-4), 27-54.
- ICA. Instituto Colombiano Agropecuario. (1973). *Prevalencia de parásitos en bovinos del altiplano norte de Antioquia*. En: Actividades. Programa de Parasitología y Entomología Veterinaria. Informe Anual de Actividades. p. 77-82.
- Jonsson, N.; Bock, R.; Jorgensen, W. (2008). *Productivity and Health Effects of Anaplasmosis and Babesiosis on Bos indicus Cattle and Their Crosses, and the Effects of Differing Intensity of Tick Control in Australia*. Veterinary Parasitology, 155(1-2), 1-9.
- Kocan, K.M.; De La Fuente, J.; Blouin, E.F. (2008). *Characterization of the Tick-pathogen-host Interface of the Tick-borne Rickettsia Anaplasma marginale*. En: Bowman, A, Nuttall, P (Eds.), *Ticks: Biology, Disease and Control*. Cambridge University Press. 325 p.
- Kocan, K.M.; De la Fuente, J.; Blouin, E.; Coetzee, J.; Ewing, S. (2010). *The Natural History of Anaplasma marginale*. Veterinary Parasitology, 167(2-4), 95-107.
- Labruna, M.B. (2008). En: Pereira, M.C.; Labruna, M.B.; Szabó, M.P.J.; Klafke, G.M. (Eds.), *Rhipicephalus (Boophilus) microplus: Biología, Controle e Resistência*. São Paulo: São Paulo. p. 57-63.
- Lindgren, E.; Tälleklint, L.; Polfeldt, T. (2000). *Impact of Climatic Change on the Northern Latitude Limit and Population Density of the Disease-transmitting European Tick Ixodes ricinus*. Environmental Health Perspective. 108(2), 119-123.
- Lindgren, E.; Gustafson, R. (2001). *Tick-borne Encephalitis in Sweden and Climate Change*. Lancet, 358(9275), 16-18.
- Lobo, C.A. (1982). *Economía y producción pecuaria del país*. Documento presentado en: Asociación Colombiana de Médicos Veterinarios y Zootecnistas. Resúmenes del primer simposio de clínica y medicina bovina. Revista Acovez. P. 69-87.

- López, G. (1980). *Claves para identificación de garrapatas*. En Betancourt, J.A. (Ed.), *Control de Garrapatas: Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)*. 171 p.
- López, G.; Zúñiga, I.; Villar, C.; Osorio, D. (1985). *Distribución de garrapatas en 25 municipios del Departamento de Antioquia*. Revista ICA, 20, 40-44.
- López, G.; Jiménez, C.; Vásquez, W. (1986). *Distribución de garrapatas en 46 municipios de Antioquia y efectividad de los ixodídeos comerciales sobre Boophilus microplus*. En ICA, Secretaría de Agricultura de Antioquia-ICA (Ed.). Medellín. Colombia. 16 p.
- López, G.; Jiménez, C.; Vásquez, W. (1989). *Distribución de garrapatas en 61 municipios de Antioquia y efectividad de los ixodídeos comerciales sobre Boophilus microplus*. Resultados Fase III: Secretaría de Agricultura de Antioquia-Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Medellín. 37 p.
- López, G. (1990). *Identificación y distribución de garrapatas de bovinos en Colombia*. Documento presentado en: Seminario Internacional sobre: diagnóstico, epidemiología y control de enfermedades parasitarias. Palmira, Valle del Cauca (Colombia). p 28-49.
- López, G.; Vizcaino, O. (1992). *Transmisión transovárica de Anaplasma marginale por la garrapata Boophilus microplus*. Revista ICA, 27, 437-443.
- Lynen, G.; Zeman, P.; Bakunane, C.; Di Giulio, G.; Mtui, P.; Sanka, P.; Jongejan, F. (2008). *Shifts in the Distributional Ranges of Boophilus ticks in Tanzania: Evidence that a Parapatric Boundary Between Boophilus microplus and B. decoloratus Follows Climate Gradients*. Experimental and Applied Acarology, 44(2), 147-164.
- Mateus, G. (1989). *Epidemiología de la Babesiosis Bovina*. Seminario internacional sobre: Diagnóstico, epidemiología y control de enfermedades hemoparasitarias. Lobo, C. & González, C. Centro Internacional de Capacitación en Desarrollo Pecuario (Cicadep). 208 p.
- Myers, J.; Savoie, A.; Van Randen, E. (1998). *Erradication and Pest Management*. Annual Review of Entomology, 43, 471-491.
- Nari, A. (1995). *Strategies for the Control of One-host Ticks and Relationship with Tick-borne Diseases in South America*. Veterinary Parasitology, 57(1-3), 153-165.
- Needham, G.; Teel, P. (1991). *Off-host Physiological Ecology of Ixodid Ticks*. Annual Review of Entomology, 36, 659-681.
- Ortiz, R.D. (2004). *Costos de las estrategias de medicina veterinaria preventiva en ganaderías de leche del cordón lechero de Boyacá*. Tesis de Pregrado en Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (UDCA), Bogotá, Colombia. P. 67-69.
- Osorno, E. (1939). *Las garrapatas de la República de Colombia*. Anuario de Medicina., 27, 398-429.
- Pabón, J.D.; Torres, G.A. (2006). *Efecto climático de los fenómenos El Niño y La Niña en la Sabana de Bogotá*. Meteorología Colombiana, 10, 86-99.
- Pabón, J.D.; Torres, G.A. (2007). *Impacto socioeconómico de los fenómenos El Niño y La Niña en la Sabana de Bogotá durante el siglo XX*. Cuadernos de Geografía, 16, 81-94.
- Parra, M.H.; Peláez, L.; Segura, F.; Arcos, J.C.; Londoño, J.E.; Diaz, R.; Vanegas, M.A. (1999). *Manejo integrado de garrapatas en bovinos*. Corpoica, 80 p.
- Peña, A.J. (2008). *Análisis de las tendencias temporales en los valores de los elementos meteorológicos para la generación de escenarios locales de cambio climático en regiones montañosas tropicales*. Curso Internacional: "Ganadería y cambio climático: impactos y tecnologías innovativas en sistemas silvopastoriles para el desarrollo sustentable". Organizado por la Universidad Nacional "Toribio Rodríguez de Mendoza" de Amazonas (UNAT-A), Chachapoyas, Amazonas (Perú). Septiembre 16 al 19 de 2008.
- Pereira, M.; Labruna, M. (2008). *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. En: Pereira, M.C.; Labruna, M.B.; Szabó, M.P.J.; Klafke, G.M. (Eds.), *Rhipicephalus (Boophilus) microplus. Biología, Controle e Resistência*. São Paulo (Brasil): MedVet p. 161.
- Polley, L.; Thompson, R. (2009). *Parasite Zoonoses and Climate Change: Molecular Tools for Tracking Shifting Boundaries*. Trends in Parasitology, 25(6), 285-291.
- Rivera, D. (2004). *Altiplanos de Colombia*. Imprelibros S.A.-Banco de Occidente. Cali. P. 59-107.
- Siddig, A.; Al Jowary, S.; Al Izzi, M.; Hopkins, J.; Hall, M.; Slingenbergh, J. (2005). *Seasonality of Old World Screwworm Myiasis in the Mesopotamia Valley in Iraq*. Medical and Veterinary Entomology, 19(2), 140-150.
- Späth, E.; Guglielmone, A.; Signerini, A.; Mangold, A. (1994). *Estimación de las pérdidas económicas directas producidas por la garrapata Boophilus microplus y las enfermedades asociadas en la Argentina*. Primera Parte. Veterinaria Rural, 23, 341-360.
- Späth, E.; Guglielmone, A.; Signerini, A.; Mangold, A. (1994a). *Estimación de las pérdidas económicas directas producidas por la garrapata Boophilus microplus y las enfermedades asociadas en la Argentina*. Segunda Parte. Veterinaria Rural, 23, 389-396.
- Statistical Analysis System (SAS). (2009). *User's Guide: Statistics (Version 9.2.)*. Cary, North Carolina: SAS Institute. USA.
- Sutherst, R. (2001). *The Vulnerability of Animal and Human Health to Parasites Under Global Change*. International Journal of Parasitology, 31(9), 933-948.
- Sutherst, R. (2004). *Global Change and Human Vulnerability to Vector-borne Diseases*. Clinical Microbiology Review, 17(1), 136-173.
- Thornton, P.K.; Van De Steeg J.; Notenbaert, A.; Herrero, M. (2009). *The Impacts of Climate Change on Livestock and Livestock Systems in Developing Countries: A Review of What We Know and What We Need to Know*. Agricultural Systems, 101, 113-127.
- Uilenberg, G. (2006). *Babesia: a Historical Overview*. Veterinary Parasitology, 138(1-2), 3-10.
- Vizcaino, O. (1980) *Anaplasmosis y babesiosis en el ganado bovino*. Control de garrapatas. ICA. Vol. 39. p. 59-79.
- Walker, J.B. (1977). *Técnicas de investigación para las especies de garrapata que afectan a los animales domésticos*. Documento presentado en el Seminario internacional sobre ecología y control de los parásitos externos de importancia económica que afectan el ganado en América Latina. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) p. 27-40.
- Washino, R.; Wood, B. (1994). *Application of Remote Sensing to Arthropod Vector Surveillance and Control*. American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, 50 (6 Suppl). 134-144.
- White, N.; Sutherst, R.W.; Hall, N.; Whish-Wilson, P. (2003). *The Vulnerability of the Australian Beef Industry to Impacts of the Cattle Tick (Boophilus microplus) Under Climate Change*. Climatic Change, 61(1). 157-190.
- Wilkinson, P.R. (1961). *The Use of Sampling Methods in Studies on the Distribution of Larvae of Boophilus microplus on Pastures*. Australian Journal of Zoology. 9, 752-783.
- Zimmerman, R.H.; Garris, G.I. (1985). *Sampling Efficiency of Three Dragging Techniques for the Collection of Nonparasitic Boophilus microplus (Acari: Ixodidae) Larvae in Puerto Rico*. Journal of Economic Entomology, 78(3), 627-631.

**ANEXO 1.**  
MUNICIPIOS DE COLOMBIA DONDE SE HA REPORTADO LA PRESENCIA DE LA GARRAPATA  
*Rhipicephalus (Boophilus) microplus* EN BOVINOS.

Depto	Municipio	Altitud (m.s.n.m.)	Referencias	Depto	Municipio	Altitud (m.s.n.m.)	Referencias
Antioquia	Abriaquí	1.920	López <i>et al.</i> , 1989	Antioquia	Heliconia	1.440	López <i>et al.</i> , 1986
	Alejadría	1.650	López <i>et al.</i> , 1986; López <i>et al.</i> , 1989		Hispania	1.000	López <i>et al.</i> , 1989
	Amalfi	1.550	López <i>et al.</i> , 1986		Itagúí	1.550	López <i>et al.</i> , 1989
	Angelópolis	1.900	López <i>et al.</i> , 1989		Jardín	1.750	López <i>et al.</i> , 1989
	Angostura	1.675	Betancourt, 1973; López <i>et al.</i> , 1985		La Ceja	2.180	López <i>et al.</i> , 1985
	Anorí	1.535	López <i>et al.</i> , 1986		La Estrella	1.775	López <i>et al.</i> , 1989
	Anzá	625	López <i>et al.</i> , 1986		La Unión	2.500	López <i>et al.</i> , 1985
	Apartadó	20	López <i>et al.</i> , 1989		Maceo	950	López <i>et al.</i> , 1985
	Arboletes	4	López <i>et al.</i> , 1986; Betancourt <i>et al.</i> , 1992		Marinilla	2.120	López <i>et al.</i> , 1985
	Argelia	1.750	López <i>et al.</i> , 1989		Medellín	1.538	López <i>et al.</i> , 1989
	Armenia	1.800	López <i>et al.</i> , 1989		Necoclí	28	López <i>et al.</i> , 1986; López <i>et al.</i> , 1989
	Barbosa	1.300	López <i>et al.</i> , 1986; López <i>et al.</i> , 1989		Olaya	488	López <i>et al.</i> , 1989
	Bello	1.450	López <i>et al.</i> , 1989		Peque	1.200	López <i>et al.</i> , 1989
	Belmira	2.550	López <i>et al.</i> , 1989; ICA, 1973		Pueblo Rico	1.800	López <i>et al.</i> , 1989
	Betania	1.550	López <i>et al.</i> , 1989		Puerto Berrio	123	López <i>et al.</i> , 1985
	Betulia	1.600	López <i>et al.</i> , 1989		Puerto Nare	125	López <i>et al.</i> , 1989
	Briceño	1.200	López <i>et al.</i> , 1989		Puerto Triunfo	150	López <i>et al.</i> , 1986
	Buriticá	1.625	López <i>et al.</i> , 1986; López <i>et al.</i> , 1989		Rionegro	2.120	López <i>et al.</i> , 1985
	Cáceres	100	López <i>et al.</i> , 1989		Sabanalarga	850	López <i>et al.</i> , 1989
	Caldas	1.750	López <i>et al.</i> , 1989		Sabaneta	1.600	López <i>et al.</i> , 1989
	Campamento	1.700	López <i>et al.</i> , 1989		Salgar	1.250	López <i>et al.</i> , 1989
	Cañasgordas	1.300	López <i>et al.</i> , 1989		San Andrés	1.475	López <i>et al.</i> , 1986
	Caracolí	613	López <i>et al.</i> , 1989		S.A. Cuercuía	1.475	López <i>et al.</i> , 1989
	Carepa	34	López <i>et al.</i> , 1989		San Carlos	1.000	López <i>et al.</i> , 1986; López <i>et al.</i> , 1989
	Carmen de Viboral	2.150	López <i>et al.</i> , 1989		San Francisco	1.250	López <i>et al.</i> , 1989
	Carolina	1.800	López <i>et al.</i> , 1989		San Jerónimo	750	López <i>et al.</i> , 1989
	Caucasia	50	López <i>et al.</i> , 1986; López <i>et al.</i> , 1989; Betancourt <i>et al.</i> , 1992		S.J. Montaña	2.550	López <i>et al.</i> , 1985
	Chigorodó	34	López <i>et al.</i> , 1989		San Juan de Urabá	2	López <i>et al.</i> , 1989
	Cocorná	1.300	López <i>et al.</i> , 1989		San Luis	1.075	López <i>et al.</i> , 1986
	Concepción	1.975	López <i>et al.</i> , 1989		San Pedro	2.475	López <i>et al.</i> , 1989; ICA, 1973
	Concordia	2.000	López <i>et al.</i> , 1989		S.P. de Urabá	200	López <i>et al.</i> , 1989
	Copacabana	1.425	López <i>et al.</i> , 1989		San Rafael	1.000	López <i>et al.</i> , 1986; López <i>et al.</i> , 1989
	Dabeiba	450	López <i>et al.</i> , 1989		San Roque	1.471	López <i>et al.</i> , 1985
	Don Matías	2.006	Betancourt, 1973; López <i>et al.</i> , 1985		San Vicente	2.150	López <i>et al.</i> , 1985
	El Bagre	50	López <i>et al.</i> , 1989		S.R. de Osos	2.562	López <i>et al.</i> , 1985
	El Peñol	1.850	López <i>et al.</i> , 1985		Santuario	2.150	López <i>et al.</i> , 1985
	El Retiro	2.175	López <i>et al.</i> , 1985		Sonsón	2.475	López <i>et al.</i> , 1985
	Entrerrios	2.300	López <i>et al.</i> , 1989; ICA, 1973		Sopetrán	750	López <i>et al.</i> , 1989
	Frontino	1.350	López <i>et al.</i> , 1989		Támesis	1.600	López <i>et al.</i> , 1989
	Girardota	1.425	López <i>et al.</i> , 1989		Tarzo	1.325	López <i>et al.</i> , 1989
	Gómez Plata	1.800	López <i>et al.</i> , 1989		Toledo	1.950	López <i>et al.</i> , 1989
	Granada	1.050	López <i>et al.</i> , 1989		Turbo	28	López <i>et al.</i> , 1989
Guadalupe	1.875	López <i>et al.</i> , 1989	Uramita	650	López <i>et al.</i> , 1989		
Guarne	2.150	López <i>et al.</i> , 1985	Valdivia	1.165	Betancourt, 1973; López <i>et al.</i> , 1989		
Guatapé	1.920	López <i>et al.</i> , 1989	Venecia	1.350	López <i>et al.</i> , 1989		
			Yalí	1.200	López <i>et al.</i> , 1989		
			Yarumal	2.300	Betancourt, 1973; López <i>et al.</i> , 1985		
			Yondó	75	López <i>et al.</i> , 1989		

## Anexo 1. (Continuación...)

Depto	Municipio	Altitud (m.s.n.m.)	Referencias	Depto	Municipio	Altitud (m.s.n.m.)	Referencias
Atlántico	Barranquilla	5	Osorno, 1939.	Tolima	Alpujarra	1.361	Hernández <i>et al.</i> , 1977; Parra <i>et al.</i> , 1999
	Luruaco	31	Betancourt, 1973		Alvarado	439	Hernández <i>et al.</i> , 1977; Parra <i>et al.</i> , 1999
	Malambo	10	Betancourt, 1973		Ambalema	439	Hernández <i>et al.</i> , 1977; Parra <i>et al.</i> , 1999
	Sabanalarga	99	Betancourt, 1973		Anaime	1.930	Hernández <i>et al.</i> , 1977; Parra <i>et al.</i> , 1999
Bolívar	Cartagena	3	Betancourt, 1973; Osorno, 1939		Armero	421	Hernández <i>et al.</i> , 1977; Parra <i>et al.</i> , 1999
	Córdoba	150	Betancourt, 1973		Ataco	476	Hernández <i>et al.</i> , 1977; Parra <i>et al.</i> , 1999
	Turbaco	100	Betancourt, 1973		Cajamarca	1.827	Hernández <i>et al.</i> , 1977; Parra <i>et al.</i> , 1999
Boyacá	Puerto Boyacá	145	Osorno, 1939.		C. de Apicalá	402	Hernández <i>et al.</i> , 1977; Parra <i>et al.</i> , 1999
Cauca	Guapí	5	Arias <i>et al.</i> , 1991		Chaparral	880	Hernández <i>et al.</i> , 1977; Parra <i>et al.</i> , 1999
Caldas	Anserma	1.790	Betancourt, 1973		Coello	339	Hernández <i>et al.</i> , 1977; Parra <i>et al.</i> , 1999
	Manizales	2.160	Betancourt, 1973		Coyaima	439	Hernández <i>et al.</i> , 1977; Parra <i>et al.</i> , 1999
	Neira	1.969	Betancourt, 1973		Espinal	438	Hernández <i>et al.</i> , 1977; Parra <i>et al.</i> , 1999
	Palestina	1.630	Betancourt, 1973		Flandes	430	Hernández <i>et al.</i> , 1977; Parra <i>et al.</i> , 1999
	Risaralda	1.743	Betancourt, 1973		Fresno	1.490	Hernández <i>et al.</i> , 1977; Parra <i>et al.</i> , 1999
	Villamaría	1.920	Betancourt, 1973		Guamo	402	Hernández <i>et al.</i> , 1977; Parra <i>et al.</i> , 1999
Cesar	Codazzi	131	Betancourt, 1973		Herveo	2.356	Hernández <i>et al.</i> , 1977; Parra <i>et al.</i> , 1999
	Robles (La Paz)	165	Betancourt, 1973		Honda	229	Hernández <i>et al.</i> , 1977; Parra <i>et al.</i> , 1999
Córdoba	Chinú	124	Betancourt, 1973		Ibagué	1.285	Betancourt, 1973
	Lorica	7	Betancourt <i>et al.</i> , 1992		Ibagué	1.204	Hernández <i>et al.</i> , 1977; Parra <i>et al.</i> , 1999
	Momil	18	Betancourt, 1973		Lérida	440	Hernández <i>et al.</i> , 1977; Parra <i>et al.</i> , 1999
	Montería	18	Betancourt <i>et al.</i> , 1992	Líbano	1.585	Hernández <i>et al.</i> , 1977; Parra <i>et al.</i> , 1999	
	Planeta Rica	87	Betancourt, 1973	Mariquita	535	Hernández <i>et al.</i> , 1977; Parra <i>et al.</i> , 1999	
	Sahagún	75	Betancourt, 1973; Betancourt <i>et al.</i> , 1992	Melgar	430	Hernández <i>et al.</i> , 1977; Parra <i>et al.</i> , 1999	
	Valencia	55	Betancourt <i>et al.</i> , 1992	Natagaima	369	Hernández <i>et al.</i> , 1977; Parra <i>et al.</i> , 1999	
La Guajira	S.J. del Cesar	213	Betancourt, 1973	Ortega	446	Hernández <i>et al.</i> , 1977; Parra <i>et al.</i> , 1999	
Huila	El Agrado	838	Betancourt, 1973	Planadas	1.400	Hernández <i>et al.</i> , 1977; Parra <i>et al.</i> , 1999	
	Garzón	828	Betancourt, 1973	Prado	437	Hernández <i>et al.</i> , 1977; Parra <i>et al.</i> , 1999	
	Gigante	808	Betancourt, 1973	Purificación	403	Hernández <i>et al.</i> , 1977; Parra <i>et al.</i> , 1999	
Magdalena	Aracataca	40	Betancourt, 1973	Río Blanco	1.350	Hernández <i>et al.</i> , 1977; Parra <i>et al.</i> , 1999	
	Pivijay	3	Betancourt, 1973	Roncesvalles	2.600	Betancourt, 1973; Hernández <i>et al.</i> , 1977; Parra <i>et al.</i> , 1999	
	Salamina	6	Betancourt, 1973	Rovira	949	Hernández <i>et al.</i> , 1977; Parra <i>et al.</i> , 1999	
Meta	Acacias	523	Betancourt, 1973	Saldaña	200	Hernández <i>et al.</i> , 1977; Parra <i>et al.</i> , 1999	
	Castilla	400	Betancourt, 1973	Valle S. Juan	666	Hernández <i>et al.</i> , 1977; Parra <i>et al.</i> , 1999	
	Cubarral	534	Betancourt, 1973	Venadillo	349	Hernández <i>et al.</i> , 1977; Parra <i>et al.</i> , 1999	
	Cumaral	452	Betancourt, 1973				
	Guamal	525	Betancourt, 1973				
	Puerto Lleras	450	Betancourt, 1973				
	Puerto López	365	Betancourt, 1973				
	Restrepo	570	Osorno, 1939.				
S.J. de Arama	510	Betancourt, 1973					
Nariño	San Martín	405	Betancourt, 1973				
	Villavicencio	467	Betancourt, 1973				
Santander	El Charco	5	Arias <i>et al.</i> , 1991				
	Tumaco	2	Arias <i>et al.</i> , 1991				
Sucre	Bucaramanga	959	Osorno, 1939.				
	Corozal	174	Betancourt, 1973				
	Ovejas	265	Betancourt, 1973				
	San Onofre	30	Betancourt, 1973				
	Sincelejo	213	Betancourt, 1973				
	Tolú	2	Betancourt, 1973				
	Toluviejo	64	Betancourt <i>et al.</i> , 1992				