



Corpoica. Ciencia y Tecnología
Agropecuaria

ISSN: 0122-8706

revista_corpoica@corpoica.org.co

Corporación Colombiana de Investigación
Agropecuaria
Colombia

Polanco-Echeverry, Diana Nayibe; Ríos-Osorio, Leonardo Alberto
Aspectos biológicos y ecológicos de las garrapatas duras
Corpoica. Ciencia y Tecnología Agropecuaria, vol. 17, núm. 1, enero-abril, 2016, pp. 81-
95
Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
Cundinamarca, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=449946031008>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Aspectos biológicos y ecológicos de las garrapatas duras

Biological and ecological aspects of hard ticks

Aspectos biológicos e ecológicos dos carrapatos duros

Diana Nayibe Polanco-Echeverry,¹ Leonardo Alberto Ríos-Osorio²

¹ MSc, Universidad del Tolima. Docente e investigadora, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.
diana.polanco@udea.edu.co

² PhD, Universitat Politècnica de Catalunya. Docente e investigador, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.
leonardo.rios@udea.edu.co

Fecha de recepción: 06/08/2015

Fecha de aceptación: 22/10/2015

Para citar este artículo: Polanco-Echeverry DN, Ríos-Osorio LA. Aspectos biológicos y ecológicos de las garrapatas duras. Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria. 17(1):81-95

Resumen

Las garrapatas duras son ectoparásitos hematófagos de la familia Ixodidae. Estos ácaros han sido considerados siempre como agentes disruptores de los sistemas ganaderos, en los que se les reconoce como causantes de pérdidas económicas y productivas. Sin embargo, su función ecológica es importante para el equilibrio dinámico del sistema de producción de carne o leche bovina. El conocimiento de su biología y ecología puede ilustrar la toma de decisiones

sanitarias que se hagan sobre estos organismos. Este artículo de revisión presenta aspectos relacionados con la clasificación, características, ciclo de vida de las garrapatas duras y las relaciones vector-parásito-hospedador. Además, se trata el tema del control de ectoparásitos en sistemas de ganadería convencional y las implicaciones que estos modelos de intervención podrían tener en el agroecosistema.

Palabras clave: *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, ganado bovino, ectoparásitos, control de enfermedades

Abstract

Hard ticks are blood-sucking ectoparasites of Ixodidae family. These mites have been always considered disrupting agents of livestock systems, where they are recognized as the cause of economic and production losses. However, their ecological role is important for the dynamic equilibrium of the production systems bovine meat or milk. Knowing their biology and ecology can shed light

on the sanitary decisions made in relation to these organisms. This review article presents issues related to classification, characteristics, and life cycle of hard ticks and relations vector-parasite-host. In addition, it addresses the control of ectoparasites on conventional livestock systems and the implications that these models of intervention might have on agro-ecosystem.

Keywords: *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, Cattle, Ectoparasites, Disease control

Resumo

Os carrapatos duros são ectoparasitas hematófagos da família *Ixodidae*. Estes ácaros têm sido considerados sempre como agentes que influem negativamente nos sistemas de produção de gado bovino, nos que se lhes reconhece como causantes de perdas econômicas e produtivas. Porém, a sua função ecológica é importante para o equilíbrio dinâmico do sistema de produção de carne ou leite bovina. O conhecimento da sua biologia e ecologia pode

ilustrar a tomada de decisões sanitárias que se façam sobre estes organismos. Este artigo de revisão apresenta aspectos relacionados com a classificação, características, ciclo de vida dos carrapatos duros e as relações vector-parasita-hospedeiro. Além do mais, trata-se o tema do controle de ectoparasitas em sistemas de produção de gado convencional e as implicações que estes modelos de intervenção poderiam ter no agroecossistema.

Palavras claves: *Rhipicephalus microplus*, gado bovino, ectoparasitas, controle de doenças

Introducción

Las garrapatas duras (Acari: Familia Ixodidae) son ectoparásitos hematófagos y se reconocen como importante ectoparásitos obligados al necesitar sangre durante una parte fundamental de su ciclo de vida (Gallardo y Morales 1999). Son artrópodos que, junto con las arañas, los escorpiones y los ácaros, se encuentran ubicados taxonómicamente en la clase Arachnida, cuya característica principal es que en su vida adulta poseen cuatro pares de patas y su cuerpo está dividido en dos regiones, cefalotórax y abdomen (Guglielmone et al. 2003; Mastropaolo et al. 2014). Las garrapatas son consideradas como uno de los factores sanitarios más importantes que limita la ganadería en el trópico y que afectan el 80 % de la población bovina del mundo. Específicamente, *Rhipicephalus microplus* (anteriormente *Boophilus microplus*) es la garrapata que tiene un mayor impacto económico en México, Centroamérica, Suramérica y Australia (Quiroz 1994). *R. microplus* es la especie con mayor incidencia en el corredor biológico del Caribe principalmente en Colombia y Venezuela (Guglielmone et al. 2006). Las pérdidas económicas se deben a la disminución en la ganancia de peso, al daño en las pieles, a la disminución de la producción de carne y leche, a la transmisión de enfermedades zoonóticas (Dantas-Torres et al. 2012) como *Babesia bovis*, *Babesia bigemina*, *Anaplasma marginale* y *Theileria parva* (Sonenshine et al. 2002), al incremento de los costos de control y a los tratamientos de enfermedades y problemas reproductivos en los animales (Navas 2003).

Este ectoparásito ha estado asociado con daños directos por su acción traumática, tóxica y expoliatriz y daños indirectos como el deterioro de la piel, la disminución de la producción de carne y leche, el lento desarrollo de los animales, la limitada adaptación de razas seleccionadas y la predisposición a adquirir enfermedades (Gallardo y Morales 1999). Por no encontrarse dentro de las enfermedades bovinas sujetas al control oficial en Colombia, la prevención y control de las garrapatas y otros ectoparásitos no está a cargo del Estado y depende, de acuerdo con la Federación Nacional de Ganaderos, de aspectos como: la cultura sanitaria de los ganaderos, una pobre asistencia técnica y la asesoría de los laboratorios que producen y distribuyen agroquímicos; además no contar

permanentemente con el soporte científico que asegure que el manejo ofrecido es el adecuado para el hato (Federación Colombiana de Ganaderos y Fondo Nacional del Ganado 2011).

Los parásitos, en general, y las garrapatas, en particular, típicas de la ganadería del trópico, impiden a los animales expresar su potencial productivo y ocasionan, además, pérdidas económicas importantes. Las pérdidas a nivel mundial por garrapatas están cerca de US\$1,6 billones al año (Barriga 1997) y para Colombia se tiene registro de dicha pérdida para el año 1983, el cual se estimó en \$5 mil millones, sin contar con los costos por el tratamiento (García 1983). De otro lado, esta problemática ha limitado la introducción de ganado especializado o planes de mejoramiento genético en algunas zonas (Navas 2003).

Específicamente, *R. microplus* ocasiona daños que pueden ser directos e indirectos. Entre los directos están: 1. la pérdida de sangre asociada con altas cargas parasitarias, lo que causa estrés permanente y anemia; 2. la inflamación de la piel; 3. respuestas tóxicas y alérgicas causadas por antígenos y coagulantes en la saliva de los ectoparásitos; 4. estrés general y pérdida de bienestar; 5. pérdida de energía asociada con el constante movimiento que se produce como respuesta a la infestación (Estrada-Peña y Venzal 2007).

Pese a las cifras económicas negativas asociadas a la infestación por garrapatas y los daños anteriormente mencionados, la garrapata es un atributo esencial del sistema ganadero. Por esta razón, su manejo y control deben estar fundamentados en el estudio riguroso no solo de su biología y ecología sino, además, de la función específica que desempeña dentro del agroecosistema y las relaciones que establece con su hospedador y los hemoparásitos que trasmite. En este sentido, Guglielmone (1991) explica, respecto a la estabilidad enzoótica, que la triada epidemiológica que garantiza la transmisión de un agente infeccioso es: hospedador susceptible, vector artrópodo y agente infeccioso. De tal forma que la infección frecuente de los hospedadores permite a estos alcanzar un nivel de inmunidad ante la infección, que les garantiza la ausencia de signos y síntomas, con un nivel de infección estable en el tiempo. Al respecto, Ríos et al. (2010) afirman que la interrupción del equilibrio dinámico en la

transmisión en alguna zona, hace que se presenten brotes epizooticos con sus subsecuentes pérdidas productivas y económicas.

Para construir un modelo teórico que explique la infestación por garrapatas en un sistema ganadero, es necesario comprender los aspectos biológicos y ecológicos del agente etiológico. En este artículo de revisión se abordan los aspectos biológicos relacionados con la clasificación taxonómica, las características morfológicas, el ciclo de vida de las garrapatas duras; y aspectos ecológicos que incluyen las relaciones vector-parásito-hospedador, transmisión transtadial y transmisión transovárica y el concepto de estabilidad enzoótica. Además, se aborda el tema del control de ectoparásitos en sistemas de ganadería convencional y las implicaciones que estos modelos de intervención podrían tener en los agroecosistemas.

Aspectos biológicos de las garrapatas duras

A partir de la literatura científica se encuentran descritos diferentes aspectos biológicos de las garrapatas

duras relacionados con la clasificación taxonómica, las características generales morfológicas, sus formas de alimentación, los procesos de ovoposición de acuerdo con la especie, el tiempo de vida y la resistencia a factores externos y las estrategias de búsqueda de sus hospedadores. Igualmente, se encuentran descritas las diferencias biológicas entre los diferentes ciclos de vida de las garrapatas dependiendo de su número de hospedadores.

Clasificación

Las garrapatas se encuentran divididas en dos familias: la Ixodidae, también conocidas como *garrapatas duras* por poseer una lámina dorsal dura; la familia Argasidae, conocidas como *garrapatas blandas* por carecer de la lámina dorsal y una familia intermedia llamada Nuttalliellidae, representada por una única especie africana, *Nuttalliella namaqua* de la cual solo se han registrado ninfas y hembras (Horak et al. 2002; Estrada-Peña et al. 2010; Hoogstraal 1985; Vial 2009; Sonenshine y Roe 1993; Oliver 1989) (tabla 1).

Tabla 1. Clasificación taxonómica de las garrapatas duras y blandas

Categoría		Taxón		
Phylum	Artropoda			
Clase	Arachnida			
Orden	Acarina			
Suborden	Ixodoidea			
Familia	Ixodidae	Argasidae	Nuttalliellidae	
Género	<i>Ixodes</i>			
	<i>Amblyomma</i>			
	<i>Anomalohimalaya</i>			
	<i>Bothriocroton</i>			
	<i>Cosmiomma</i>	<i>Argas</i>		
	<i>Dermacentor</i>	<i>Carios</i>		
	<i>Haemaphysalis</i>	<i>Ornithodoros</i>		<i>Nuttalliella</i>
	<i>Hyalomma</i>	<i>Otobius</i>		
	<i>Margaropus</i>			
	<i>Nosomma</i>			
	<i>Rhipicentor</i>			
	<i>Rhipicephalus</i>			

Fuente: Horak et al. 2002; Estrada-Peña et al. 2010; Hoogstraal 1985; Vial 2009; Sonenshine y Roe 1993; Oliver 1989

De las garrapatas implicadas en la transmisión de hemoparásitos bovinos agentes causales de la babesiosis y la anaplasmosis a la familia Ixodidae, existen aproximadamente 650 especies divididas en 13 géneros. Estas garrapatas también son importantes como vectores de otras enfermedades causadas por virus, bacterias y protozoarios que atacan a animales y humanos, como la enfermedad de Lyme, la fiebre de las montañas rocosas, la ehrlichiosis y la brucelosis, entre otras (Sonenshine et al. 2002).

Características generales de las garrapatas duras

Las garrapatas están distribuidas en áreas tropicales, subtropicales y zonas templadas, siendo las primeras regiones las que presentan una mayor diversidad de géneros y especies (Balashov 1972). De acuerdo a su comportamiento y algunos de sus aspectos biológicos, las siguientes son algunas características de las garrapatas duras:

Alimentación

Las garrapatas duras son ectoparásitos obligados, que requieren alimentarse de fluidos tisulares y

sanguíneos de forma exclusiva para desarrollarse durante todo sus estadios, por lo cual son clasificados como artrópodos hemimetábolos. Para iniciar el proceso de alimentación, la garrapata se une al hospedador cortando su piel con unas estructuras bucales llamadas quelíceros y se ancla en el tejido con una órgano llamado hipostoma, ambas estructuras ubicadas en el *capitulum* o capítulo (figura 1) (Sonenshine y Roe 1993). De acuerdo con Anderson y Magnarelli (2008), la secuencia de eventos necesarios para una alimentación exitosa es: 1. apetencia, relacionada con la caza o búsqueda de un hospedador; 2. adherencia a la piel del hospedador; 3. exploración o búsqueda de un sitio de unión adecuado; 4. penetración de las piezas bucales en la epidermis y dermis; 5. unión al sitio de alimentación escogido; 6. ingestión de sangre y otros fluidos; 7. aumento de volumen por comidas parciales o completas de sangre, estado en el que la garrapata se considera ingurgitada; 8. desprendimiento o retirada de las piezas bucales; y 9. separación o caída del garrapata del hospedador.

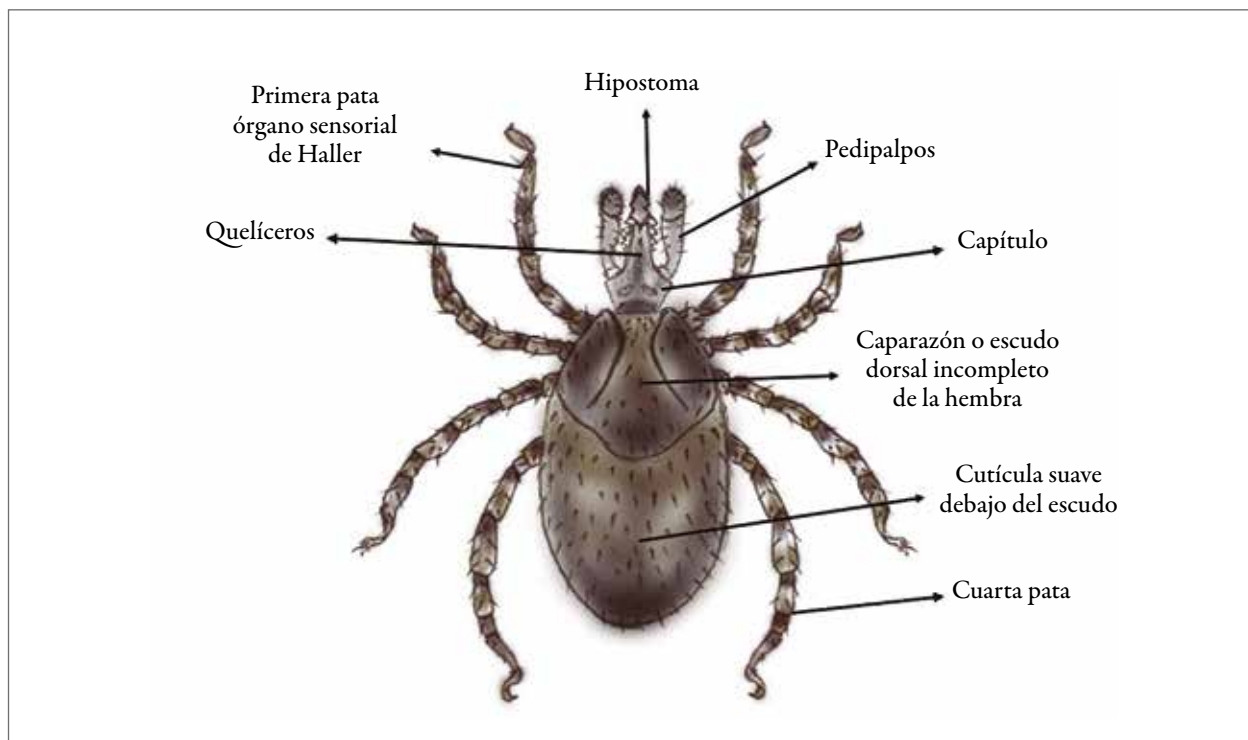


Figura 1. Garrapatas duras, partes principales de la hembra adulta.

Fuente: Elaboración propia a partir de ilustraciones de Clara Velásquez

El tiempo que se tarda la garrapata en alimentarse, varía de acuerdo con el estado de desarrollo en que se encuentre; las hembras de las garrapatas duras se alimentan de sus hospedadores por un período de 7 a 12 días y nunca por menos de 5, mientras que los estados de larva y ninfa se alimentan por períodos de tiempo cortos y los machos se alimentan intermitentemente y permanecen en su hospedador por semanas o meses, como las garrapatas del género *Amblyomma*. Las hembras adultas aumentan aproximadamente 100 veces su peso original, al ingerir la sangre de su hospedador (Anderson y Magnarelli 2008; Waladde et al. 1996; Jongejan y Uilenberg 2004). De acuerdo con García (1983), en estudios realizados por Mateus en los Llanos Orientales de Colombia, la etapa de vida parasitaria de *R. microplus* es de 12 días, tiempo en el que la hembra se alimenta de su hospedador e incrementa su consumo en los últimos días.

Las garrapatas presentan, a su vez, tres patrones de alimentación, que varían de acuerdo con el número de hospedadores utilizados como fuente de alimento durante su ciclo de vida. Este patrón de alimentación es dependiente de la especie de garrapata involucrada; de acuerdo a esto, se encuentran garrapatas de uno, dos y tres hospedadores. Es importante recalcar que los hospedadores no necesariamente son los mismos para las garrapatas inmaduras que para los adultos, como ocurre en la garrapata *Dermacentor variabilis* (tres hospedadores). Esta especie se alimenta, en su estado adulto, de sangre del ganado, de los perros y del hombre, mientras que en sus estados inmaduros se alimenta de sangre de pequeños roedores, especialmente el ratón casero (*Mus musculus*) (Oliver 1989; Jongejan y Uilenberg 2004). Por su parte, *R. microplus* solo requiere de un hospedador bovino para establecerse durante los estados de larva, ninfa y adulto (Gallardo y Morales 1999).

Oviposición e incubación

Las hembras de las garrapatas duras, después de copular encima del hospedador, caen de él y buscan un sitio seguro donde ovipositar, generalmente en el suelo (Sonenshine et al. 2002), cerca de la vegetación

que les provee refugio y regulación de la temperatura y la humedad. Bajo condiciones climáticas óptimas de temperatura y humedad, oviponen dentro de los dos días siguientes, pero en épocas frías pueden tardar semanas o meses. Los huevos de las garrapatas duras son depositados en un solo grupo grande en sitios húmedos, cálidos y protegidos del calor extremo. Después de lo cual la hembra muere, por tanto cada hembra solo ovipone una vez en el transcurso de su vida. La tasa de oviposición en este tipo de garrapatas varía de acuerdo con la especie, con un rango muy amplio que va desde 4.500 huevos en el género *Rhipicephalus* hasta 22.000 huevos en el género *Amblyomma* (Anderson y Magnarelli 2008; Oliver 1989).

Longevidad y resistencia

Las especies de garrapatas duras raramente viven más de dos años y regularmente menos de uno. Usualmente las ninfas viven más tiempo que las larvas y los adultos más que las ninfas; la longevidad de las garrapatas duras varía dependiendo la época climática en que se encuentren y de acuerdo con la especie de garrapata. Por ejemplo, la *Rhipicephalus annulatus* es inactiva durante el invierno, pero la especie *Dermacentor albipictus* es activa durante este periodo (Waladde et al. 1996).

La humedad es otro factor decisivo en su longevidad; su ausencia total es destructiva y su exceso facilita la proliferación sobre ellas de hongos patógenos, aunque es necesaria para la incubación de los huevos. El éxito de esta familia de garrapatas depende de su habilidad para sobrevivir y reproducirse dentro del ambiente de los animales que parasitan y de los cuales obtienen nutrientes en la forma de sangre y otros fluidos orgánicos (Estrada-Peña et al. 2005; Sonenshine et al. 2002).

De acuerdo con García (1983), la supervivencia de las larvas de *R. microplus* en los Llanos Orientales de Colombia fue de 52 a 174 días, lo que le proporciona a la larva una ventana entre dos y seis meses para tener contacto con su hospedador e infestarlo.

Mecanismos de búsqueda de sus hospedadores

Las garrapatas duras presentan diferentes comportamientos cuando buscan un hospedador del cual alimentarse, característica que se conoce como aivez; según dicho comportamiento, las garrapatas se dividen en dos grupos: las cazadoras, que localizan e infestan a su hospedador de forma activa, como *Hyalomma asiaticum*; y las garrapatas acechadoras, que parasitan a su hospedador de forma pasiva, al unirse a él cuando pasa cerca a la vegetación donde están ubicadas, como *Rhipicephalus appendiculatus*, especie en la cual la apetencia por el hospedador está relacionada con el tiempo que se tarda preparándose para acecharlo (Waladde et al. 1996).

En las garrapatas duras se encuentra poca especificidad por los hospedadores vertebrados, de los cuales se alimenta. Solamente unas pocas especies dependen de un hospedador específico como las garrapatas del género *Rhipicephalus* (garrapatas del ganado), característica importante que facilita la posible transmisión de *Babesia* spp. al ser humano (Waladde et al. 1996).

Ciclo de vida de las garrapatas duras

Las garrapatas duras, son arácnidos que presentan un ciclo de vida hemimetábolo, de metamorfosis incompleta, puesto que sus estados iniciales de desarrollo, presentan las mismas características morfológicas, de comportamiento y de alimentación que los estados intermedios y de adulto (Encinas 2000).

En las garrapatas se observan cuatro estados de desarrollo: huevo, larva, ninfa y adulto. El estado de larva se diferencia de los estados siguientes por poseer solo tres pares de patas, los otros poseen cuatro pares. Se presentan también dos fases intermedias de desarrollo conocidas como fases mutantes, que se caracterizan por el desprendimiento de la piel exterior o cutícula (muda) de la larva en su paso a ninfa y de la ninfa en su paso a adulto. Ambos eventos ocurren después de alimentarse de sangre del hospedador (Anderson y Magnarelli 2008; Sonenshine et al. 2002).

Descripción general del ciclo de vida

El ciclo de vida de las garrapatas duras se inicia con la eclosión del huevo ovipositado por la garrapata hembra grávida en un sitio húmedo y protegido, del cual emerge la larva. Esta permanece resguardada en el sitio donde emergió para evitar la desecación y, después de una semana aproximadamente, busca un hospedador del cual alimentarse. Para ello utiliza sus órganos sensoriales que son estimulados por olores, dióxido de carbono, luz, corrientes de aire, humedad y calor que indican la presencia del hospedador, al que acecha en las partes altas de la vegetación o se une a él de forma activa, cazándolo (Waladde et al. 1996).

La larva se alimenta de la sangre del hospedador y cae al suelo para realizar la muda, en las garrapatas de dos y tres hospedadores, dependiendo de la temperatura y la humedad, les puede tomar desde cinco días a varias semanas; también puede mudar a ninfa sobre el primer hospedador en garrapatas de dos hospedadores y luego dejarse caer. Las larvas de garrapatas de un hospedador, permanecen en él después de alimentarse y mudan después de un corto periodo de tiempo. Las ninfas desarrolladas después de la muda de la larva, tiene sus mismas características, excepto que pueden vivir por más tiempo. En las especies de garrapatas de uno y de dos hospedadores, la ninfa se alimenta de sangre del hospedador y muda sobre él en un corto periodo de tiempo, mientras en las garrapatas de tres hospedadores, la ninfa cae al suelo, donde puede mudar dentro de las próximas dos semanas o después de varios meses (Anderson y Magnarelli 2008; Sonenshine et al. 2002).

En el estado adulto se presenta la diferenciación sexual de las garrapatas; en las especies que mudan en el estado de ninfa sobre el hospedador, unas salen de la piel de la ninfa y se unen a otro sitio del hospedador como hembras, mientras otras garrapatas salen de la piel de la ninfa y se alimentan de sangre antes de diferenciarse a machos, proceso necesario para que ocurra la espermatogénesis. El comportamiento de los adultos de garrapatas que mudan en el suelo en el estado de ninfa (garrapatas de tres

hospedadores), es similar a sus estados larvales y ninfales y solo se diferencia de estos porque pueden permanecer por períodos largos de tiempo sin alimentarse. La cópula de las garrapatas duras se da sobre el hospedador, después de lo cual la garrapata hembra se repleta de sangre y cae a la vegetación, donde busca un lugar húmedo y protegido en el cual poner sus huevos, después de esto la garrapata hembra muere. La duración de este ciclo depende de la adaptación de las especies de garrapatas duras a la temperatura, la humedad y la disponibilidad de hospedadores (Anderson y Magnarelli 2008; Sonenshine et al. 2002; Waladde et al. 1996). En las garrapatas existen tres variantes del ciclo de vida

determinadas por el número de hospedadores utilizados como fuente de alimento que se describen a continuación.

Garrapatas duras de un solo hospedador

Son aquellas que en sus tres estados de desarrollo móvil (larva, ninfa y adulto), se alimentan y mudan sobre el mismo hospedador, de modo que la garrapata nunca deja al hospedador desde su fijación como larva, hasta su desprendimiento como hembra repleta de sangre y grávida. La especie *R. microplus* tiene este ciclo de vida (figura 2) (Gallardo y Morales 1999; Jongejan y Uilenberg 2004).

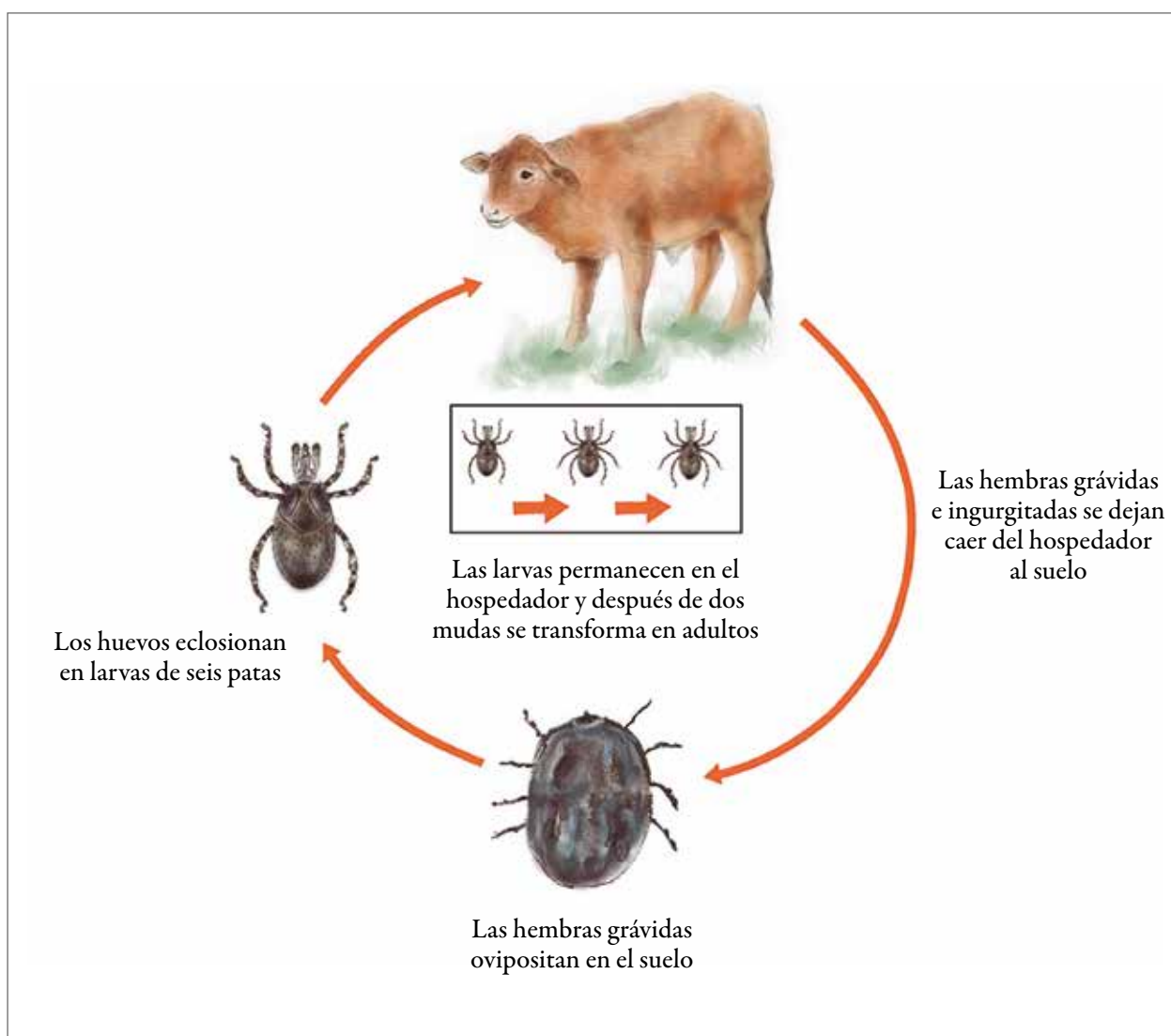


Figura 2. Ciclo de vida de las garrapatas de un solo hospedador.

Fuente: Elaboración propia a partir de ilustraciones de Clara Velásquez

Garra­pata­s duras de dos hos­pe­da­do­res

Son aquellas garrapatas en las que la primera muda tiene lugar sobre el hospedador (primera fase mutante) y la segunda en el suelo, de modo que las garrapatas adultas, después de mudar, tienen que encontrar un segundo hospedador. La garrapata de patas rojas de África, *Rhipicephalus evertsi*, y algunas de las especies del género *Hyalomma* de Asia y África, que parasitan el ganado bovino, tienen este tipo de ciclo de vida (figura 3) (Jongejan y Uilenberg 2004; Waladde et al. 1996).

Garra­pata­s duras de tres hos­pe­da­do­res

Son aquellas en las que ambas mudas tienen lugar en el suelo, de modo que las garrapatas en estado de ninfa deben encontrar un segundo hospedador y las adultas un tercero después de la muda. La garrapata marrón de la oreja de África, *Rhipicephalus appendiculatus* que infesta al ganado bovino, y la mayoría de las especies del género *Amblyomma* que parasita el ganado bovino, perros, ovejas y el hombre, tienen este ciclo de vida (figura 4) (Jongejan y Uilenberg 2004; Waladde et al. 1996).

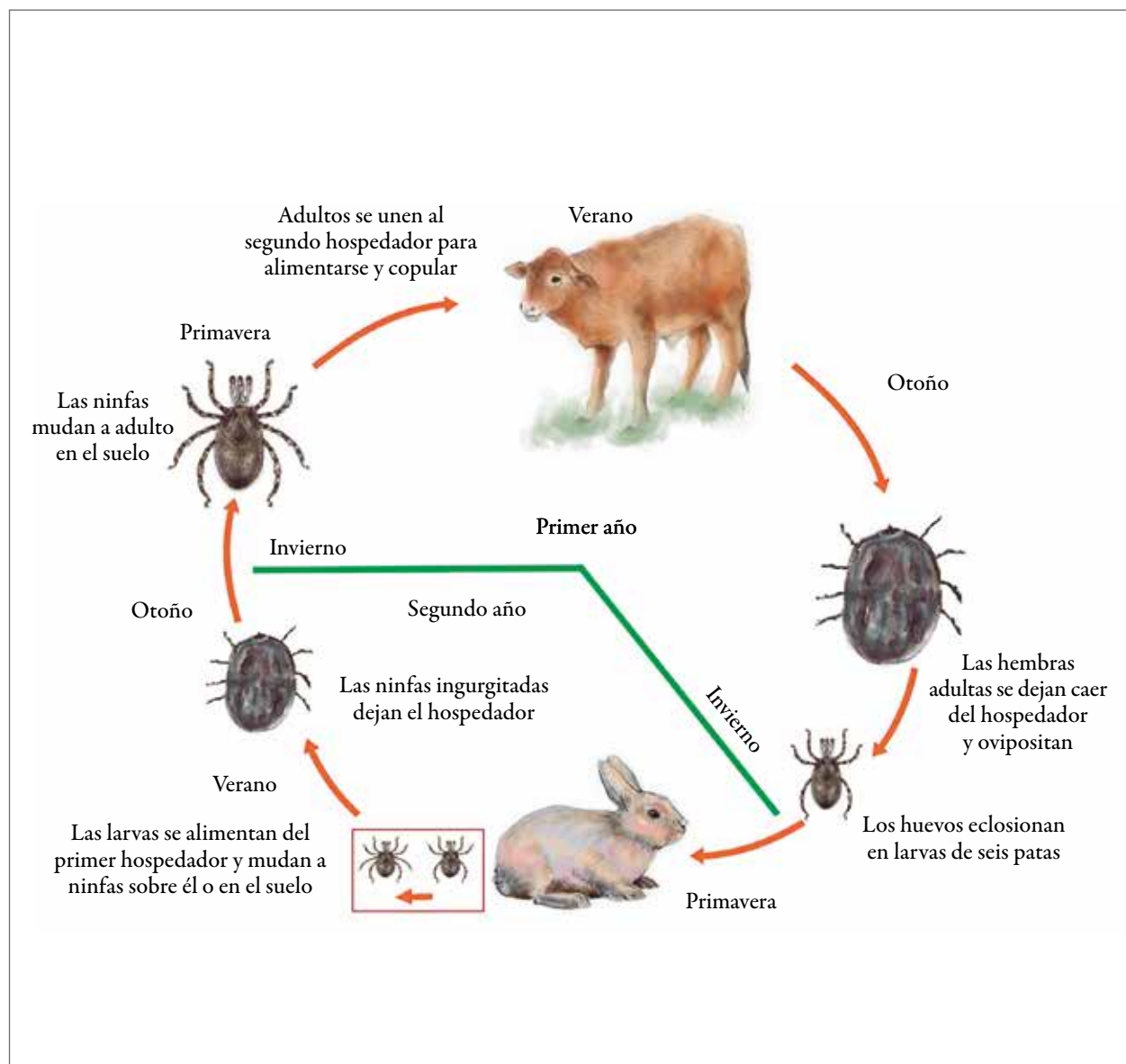


Figura 3. Ciclo de vida de las garrapatas de dos hospedadores.

Fuente: Elaboración propia a partir de ilustraciones de Clara Velásquez

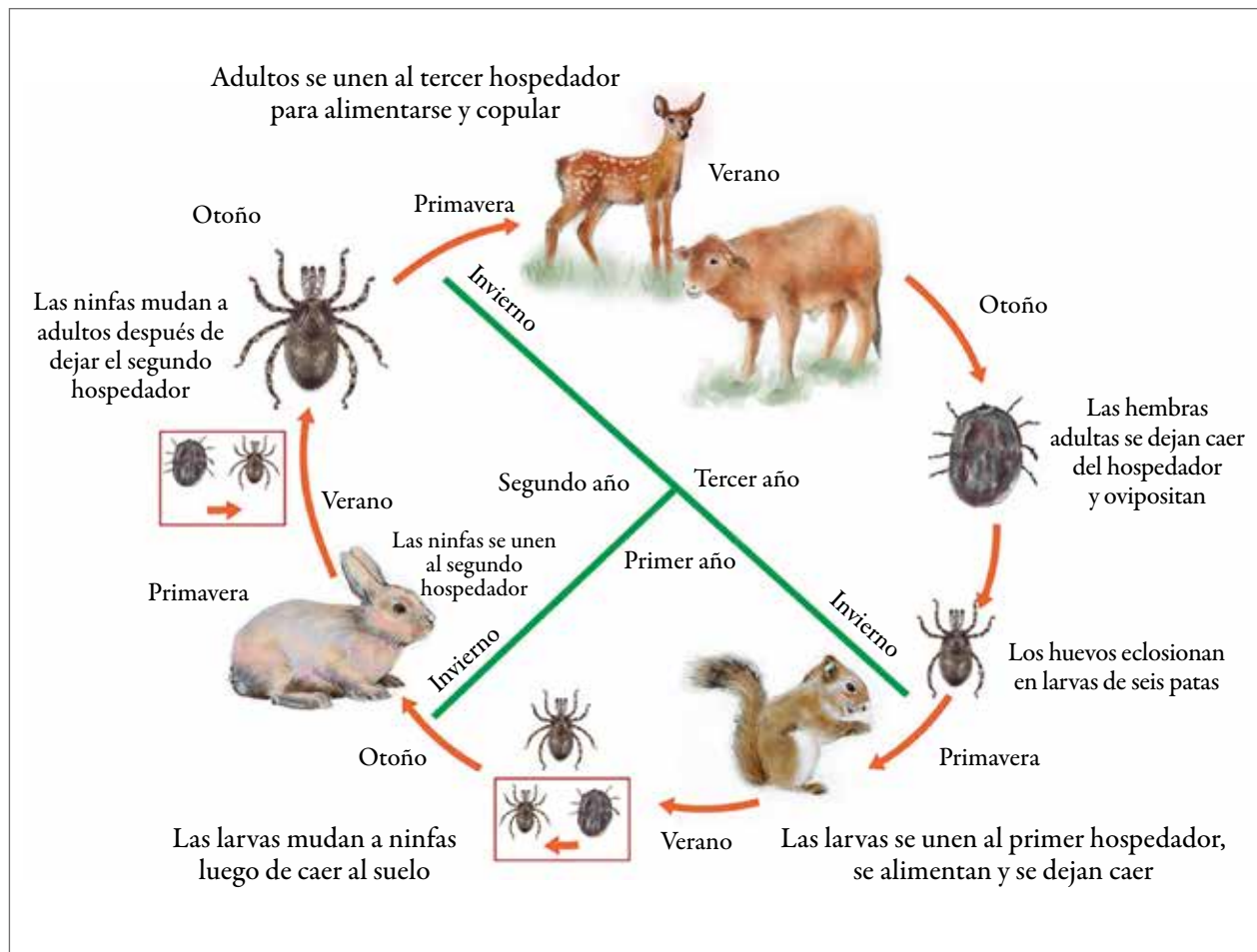


Figura 4. Ciclo de vida de las garrapatas de tres hospedadores.

Fuente: Elaboración propia a partir de ilustraciones de Clara Velásquez

Aspectos ecológicos de las garrapatas duras

A continuación se describen condiciones ecológicas que definen la relación de las garrapatas con sus diferentes hospedadores y los hemoparásitos de los cuales son vectoras, incluyendo los mecanismos de transmisión transtadial y transovárica y el proceso de estabilidad enzoótica descrito para esta triada epidemiológica. Por último, se mencionan algunos aspectos relacionados con el control de garrapatas en agroecosistemas ganaderos.

Relación vector – parásito – hospedador

Un ejemplo clásico de triada epidemiológica como la explica Guglielmone (1991) es el que establecen *R. microplus-Babesia* sp.-*Bos taurus*. Para entender

dicha relación es necesario conocer las diferentes formas en que las babesias se relacionan dinámicamente con sus artrópodos vectores y cómo influye esta relación en la transmisión al hospedador mamífero. La transmisión de las especies de *Babesia* en las garrapatas duras es de dos tipos:

Transmisión transovárica

Es el patrón de transmisión en el cual las garrapatas se infectan con la *Babesia* y la transmiten a toda su progenie a través de los huevos. En este tipo de transmisión, el parásito realiza su ciclo de vida en las garrapatas, que generalmente se infectan en el estado adulto, y culmina con la producción de esporozoitos infectivos. Estos se ubican en las glándulas

salivales de la garrapata infectiva, que servirán para infectar nuevos hospedadores; existen otros esporoquinetos generados en las células del epitelio intestinal que infectan los huevos fecundados de la garrapata hembra grávida, que dará a luz una generación de garrapatas infectadas con *Babesia*. La transmisión transovárica le permite a las garrapatas permanecer infectadas e infectivas por varias generaciones sin tener que alimentarse nuevamente de un hospedador infectado (Young y Morzaria 1986).

Los patrones de desarrollo y alimentación de las garrapatas que presentan la transmisión transovárica, son aspectos que influyen en el tipo de transmisión de las distintas especies de *Babesia* al hospedador mamífero y se pueden establecer tres presentaciones de transmisión transovárica de acuerdo con (Young y Morzaria 1986, Uilenberg 2006):

1. Transmisión transovárica por garrapatas de un hospedador, en la cual las hembras adultas se infectaron al ingerir sangre de un hospedador infectado. Se presenta transmisión transovárica a su progenie, que cuando emerja de los huevos, será infectiva para los hospedadores de los que se alimente desde el estado de larva hasta adulto, como en el caso de *Babesia bovis* y desde ninfa y adulto en el caso de *Babesia bigemina*, ambas transmitidas por las garrapatas del género *Rhipicephalus*.
2. Transmisión transovárica por garrapatas de dos hospedadores, en la cual la infección del vector ocurre en el estado adulto al alimentarse de un hospedador infectado; se presenta transmisión transovárica a su progenie, que transmitirá el parásito a un nuevo hospedador solo a través del estado de ninfa o adulto como ocurre con la garrapata *Rhipicephalus bursa*, vector de la *Babesia ovis*.
3. Transmisión transovárica por garrapatas de tres hospedadores, en la cual, la infección primaria del vector ocurre cuando el estado adulto se alimenta de la sangre de un hospedador infectado, presentándose transmisión transovárica y como consecuencia se encontrará la progenie (desde el estado de larva, ninfa y adulto), infectiva para los

hospedadores. Ejemplos de este tipo de transmisión son *B. canis*, *B. major* y *B. divergens*, transmitidas a los hospedadores por las garrapatas *R. sanguineus*, *Haemaphysalis punctata* e *Ixodes ricinus*, respectivamente. Las especies de *Babesia* que son transmitidas de forma transovárica necesariamente presentan el patrón de transmisión transestadial dentro del ciclo de vida de las garrapatas vectoras.

En contraste, para el caso del género *Trypanosoma*, la presencia del parásito en la garrapata *R. microplus* sugiere que este pueda ser transmitido al ganado bovino; no obstante, la ausencia de transmisión transovárica, cuestiona su capacidad como vector. Además, en la hemolinfa de *R. microplus* se presentan fases de desarrollo lo que permite pensar que la hemolinfa de la garrapata se pueda usar como medio de cultivo para estos tripanosomas (Rodríguez-Vivas et al. 2003).

Transmisión transestadial

Es el patrón de transmisión de *Babesia*, por el cual las garrapatas, en el estado de larva o ninfa, se infectan al ingerir sangre de un hospedador infectado. Estos parásitos son luego transmitidos desde el estado de larva y ninfa a los siguientes estados de maduración, ninfa y adulto, respectivamente, estos últimos responsables de la transmisión hacia un nuevo hospedador en la forma de esporozoitos infectivos. Posterior a la transmisión, se ha encontrado que las garrapatas que transmiten la *Babesia* exclusivamente de forma transestadial, se limpian de la infección de forma desconocida y requieren de una nueva alimentación a partir de un animal infectado para infectarse de nuevo y transmitir el parásito (Young y Morzaria 1986).

Se conoce que tan solo las especies *B. microti* y *B. (Theileria) equi* son transmitidas únicamente de forma transestadial (Young y Morzaria 1986). Estas son responsables de la babesiosis de los roedores y la babesiosis equina, respectivamente y ambas son causantes de babesiosis humana (Pruthi et al. 1995).

Estabilidad enzoótica

La coexistencia de la triada vector-parásito-hospedador determina la transmisión de las babesias a los bovinos y es condicionada por los factores climáticos y las interacciones ecológicas que afectan la transmisión. La dinámica de la transmisión en zonas enzoóticas alcanza un estado de equilibrio entre el proceso de infección y la adquisición de inmunidad por parte del hospedador bovino. A este estado se le conoce como estabilidad enzoótica (Ríos et al. 2010; Jonsson et al. 2008; Regassa et al. 2003).

Cuando un bovino se infecta con el protozoo a una edad temprana, no presenta signos y síntomas clínicos gracias a la inmunidad pasiva transferida por su madre y que puede durar hasta los nueve meses de edad (Carrique et al. 2000). Posterior a esta etapa, el animal desarrolla una inmunidad que depende de la inoculación constante de parásitos. La ausencia de signos y síntomas de la enfermedad solo es garantizada por un reto inmunológico permanente (Ríos et al. 2010; Jonsson et al. 2008).

Los brotes epizooticos son el resultado de la interrupción del equilibrio dinámico en la transmisión en determinada zona. Estos brotes tienen efectos negativos en la producción y sus indicadores económicos, asociados al impacto negativo sobre variables fisiológicas productivas, a la muerte del ganado y al incremento en costos de producción por el uso de medicamentos y asistencia médica veterinaria (Blood 2002; Jonsson et al. 2008; Ogden et al. 2005; Vieira y Sastre 2007).

La medición de anticuerpos tipo IgG específicos en bovinos entre tres y nueve meses de edad, para cada especie de *Babesia* es utilizada para determinar si una zona es estable o no para babesiosis bovina (Benavides 1992; Regassa et al. 2003). Se considera que una zona es estable para la babesiosis bovina cuando el 75 % o más de los bovinos evaluados sean serorreactivos para *Babesia* spp. (Quijano 1996; Vizcaíno 1983). Al respecto, Ríos et al. (2010) en estudios en Puerto Berrío, Magdalena Medio colombiano, encontraron que, de acuerdo con los

niveles de serorreactividad para *Babesia bigemina*, esta zona es inestable para la transmisión de este hemoparásito; pero presenta estabilidad enzoótica para *Babesia bovis* en algunos hatos de la zona. Este fenómeno puede estar relacionado con la frecuencia del tratamiento garrapaticida utilizado. Cuando los ciclos del tratamiento garrapaticida son iguales o mayores a 90 días favorecen el ciclo de transmisión de la *Babesia bovis* y es el límite inferior que podría estar interviniendo en la obtención de valores de serorreactividad mayores del 75 % en la población de bovinos. En este mismo sentido, Benavides (1992) sostiene que el control sobre la babesiosis se hace regularmente sobre las poblaciones de *R. microplus*, por medio de acaricidas químicos, práctica ganadera que ocasiona aumentos en los costos de producción del hato. Esto se debe al desmejoramiento progresivo causado en el ganado por alteraciones en la estabilidad enzoótica y, de acuerdo con Abbas et al. (2014), al desarrollo de resistencia a las moléculas químicas utilizadas (Veiga et al. 2012).

De otro lado, Guglielmone (1995) en sus estudios de babesiosis y anaplasmosis en Sur y Centroamérica relaciona dos variables, la raza del bovino infectado y la abundancia de la garrapata en la zona. Explica que la *Babesia* se distribuye en función de la dispersión de su garrapata vector. De acuerdo con el autor, existe inestabilidad enzoótica en hatos en varias zonas de la región estudiada a pesar de que los casos clínicos puedan ser menos frecuentes de lo esperado. La tasa de infección por *Babesia* en garrapatas se relaciona directamente con la abundancia del vector, la cual es regulada en buena medida por el clima. Sin embargo, es también importante la raza ya que el ganado *Bos indicus*, es más resistente a la garrapata lo que los hace menos propensos a ser infestados. Este fenómeno puede tener efectos sobre la estabilidad enzoótica que se pueden ver reflejados en una disminución en la presencia de signos y síntomas de la enfermedad y una baja en las tasas de infección por el hemoparásito en los animales de las razas *Bos indicus*, lo que indirectamente afecta la estabilidad enzoótica a la babesiosis pues no permite una adquisición de inmunidad al no tener contacto el sistema inmune del bovino con el hemoparásito.

De otro lado, el uso excesivo de acaricidas y pastoreo rotativo parece estar relacionado con los brotes de babesiosis, especialmente en el ganado lechero.

Una manera de minimizar el impacto de la babesiosis bovina es el diseño programas con un enfoque agroecológico para control de la garrapata. Tomando en cuenta los mecanismos de infestación, la transmisión de la enfermedad, el desarrollo de inmunidad a hemoparásitos, el desarrollo de resistencia química y las interacciones entre hospedadores con otras especies de garrapatas y la biodiversidad del predio.

Métodos para el control de ectoparásitos en sistemas ganaderos convencionales

El control de ectoparásitos, al igual que el de otros parásitos, se ha basado en el uso regular e indiscriminado de moléculas sintéticas, que se aplican mediante baños de inmersión y aspersión. Esta práctica se ha relacionado con un mal manejo de los productos químicos, bien sea por una sub o sobredosificación, la rigurosidad en el mecanismo de aplicación de los productos, la frecuencia de aplicación, la selección y rotación de moléculas acaricidas y la falta de una base epidemiológica para el control de los ectoparásitos. Estas han sido las causas principales para la aparición de resistencia a la mayoría de moléculas utilizadas para el control de garrapatas en ganado (Nari 1995).

En la actualidad, existen productos con principios activos de uso sistémico (ivermectina, doramectina) para el control de garrapatas. Estos productos reportan resistencia de las poblaciones de garrapatas que se explica en el mal manejo de los mismos (Álvarez et al. 2000; Álvarez et al. 2003; Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación 2003). La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2003) previene acerca de los cambios que podrían ocurrir a través del tiempo, debido a la dispersión de la resistencia en especies de mayor movilidad provocados por movimientos de los parásitos o de los huéspedes. Por su parte, la Oficina Internacional de Epizootias indica que, de 77 países miembros 50 % presentan resistencia de las garrapatas a productos químicos

y que la resistencia está determinada por factores intrínsecos de la garrapata (genética, ecología, comportamiento y fisiología) y operativos (tipo de insecticida, área de cobertura, tiempo, frecuencia, concentración y método de aplicación).

La resistencia de las garrapatas al control químico está bastante documentado y es necesaria una discusión con el fin de establecer sistemáticamente la resistencia a las distintas moléculas sintéticas y buscar medidas estratégicas de control eficiente de las garrapatas (Abbas et al. 2014; Nari 1995). A nivel productivo y académico, es necesario proponer estrategias que integren diversos mecanismos de control (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación 2007; Mondal et al. 2013). Dichas estrategias deben incluir el estudio de la dinámica poblacional en relación con variables climáticas, manejo de pasturas, la selección de razas más resistentes, la correcta y eficiente aplicación de controles sintéticos y el estudio de la efectividad de controladores alternativos, en un sistema de manejo integrado de plagas o control integrado de parásitos (MIP-CIP).

Consideraciones finales

El análisis de la infestación por *R. microplus* en sistemas ganaderos debe partir del hecho de que esta garrapata es un atributo esencial del agroecosistema dadas las relaciones que establece con su hospedador bovino y los hemoparásitos de los cuales es vector, en contraposición a la literatura establecida hasta el momento que lo considera como un agente perturbador del equilibrio del sistema productivo y el cual es necesario eliminar.

El desequilibrio del agroecosistema se materializa en diferentes procesos que se instauran en la finca y que sobrevienen al intento por controlar el ectoparásito. Dichos procesos son: la infestación del ganado bovino por *R. microplus*; la aparición de cepas o poblaciones de garrapatas resistentes a ixodicidas utilizados para su control; la inestabilidad enzoótica; las pérdidas económicas por daño en pieles, disminución en índices como ganancia de peso, preñez o natalidad asociados a la infestación

y aumento en los costos por uso de tratamientos de control o erradicación.

Existen múltiples estrategias de control de ectoparásitos con eficacias comprobadas pero incapaces de prevenir o controlar el desarrollo de resistencia a las moléculas químicas, lo que se constituye en un problema a mediano y largo plazo. Se plantea la aplicación de varias estrategias de manejo que no solo dependan del acceso a moléculas químicas, sino que den cuenta del conocimiento del fenómeno y de los condicionantes biológicos, ecológicos y sociales que lo definen.

Algunos elementos clave para la toma de decisiones en el sistema productivo son, entre otros, el conocimiento sobre el comportamiento de las poblaciones de garrapatas, la estabilidad enzoótica de la infección por hemoparásitos en la zona y la dinámica de los vectores en relación con la infección de los animales de la zona en los primeros meses de vida.

Estudios sugieren que en zonas con estabilidad enzoótica no es necesario la implementación de

antiparasitarios masivos debido a que los bovinos están protegidos frente a la enfermedad y, en consecuencia, se previene la aparición de resistencias. De otro lado, en zonas con inestabilidad enzoótica que evidencian la necesidad de hacer control de vectores y de movilización de animales procedentes de zonas libres de hemoparásitos, se recomienda la prevención y control de las mismas a través del uso de quimio-profilácticos acorde con el tipo de explotación y la diversidad de razas y cruces y la implementación de sistemas de monitoreo tanto de los elementos involucrados en la estabilidad enzoótica como de la movilidad de animales en la zona, indicadores necesarios para poder tomar decisiones sobre conductas de manejo.

La comprensión de la bioecología de la garrapata y de las relaciones dinámicas que esta establece dentro del sistema es el punto de partida para la deconstrucción de la noción agresora que se tiene de ella. Esta nueva concepción permitirá a los actores del sistema productivo tomar decisiones más sostenibles relacionadas con el manejo de este atributo esencial del agroecosistema ganadero.

Referencias

- Abbas RZ, Zaman MA, Colwell DD, Gilleard J, Iqbal Z. 2014. Acaricide resistance in cattle ticks and approaches to its management: the state of play. *Vet Parasitol*. 203 (1-2):6-20.
- Álvarez V, Bonilla R, Chacón I. 2000. Distribución de la garrapata *Amblyomma cajennense* (Acari: Ixodidae) sobre *Bos taurus* y *Bos indicus* en Costa Rica. *Rev Biol Trop*. 48(1):129-135.
- Álvarez V, Bonilla R, Chacón I. 2003. Frecuencia relativa de *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae) en bovinos (*Bos taurus* y *B. indicus*) en ocho zonas ecológicas de Costa Rica. *Rev Biol Trop* [consultado 2011 may]; 51(2): 427-434. http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442003000200015&lng=es.
- Anderson JF, Magnarelli LA. 2008. Biology of ticks. *Infect Dis Clin North Am*. 22(2):195-215.
- Balashov YS. 1972. Bloodsucking ticks (Ixodoidea) vectors of diseases of man and animals. *Misc Publ Entomol Soc Am*. 8:163-376.
- Barriga O. 1997. Veterinary parasitology for practitioner. 2ª ed. Estados Unidos: Burgess International Group.
- Benavides E. 1992. Control de garrapatas, moscas y hemoparásitos en bovinos del trópico. *ICA Informa*. 26(1):9-15.
- Blood D. 2002. Manual de Medicina Veterinaria. 9ª ed. Madrid: McGraw Hill, Interamericana. Capítulo 25. Enfermedades causadas por protozoos. pp. 533-548.
- Carrique JJ, Morales GJ, Edelsten M. 2000. Endemic instability for babesiosis and anaplasmosis in cattle in the bolivian Chaco. *Vet J*. 160(2):162-164.
- Dantas-Torres F, Chomel BB, Otranto D. 2012. Ticks and tick-borne diseases: a one health perspective. *Trends Parasitol*. 28(10):437-446.
- Encinas A. 2000. Artrópodos. En: Cordero M, Rojo FA. *Parasitología Veterinaria*. Madrid: McGraw-Hill, Interamericana. p. 134-151.
- Estrada-Peña A, Mangold AJ, Nava S, Venzal JM, Labruna M, Guglielmone AA. 2010. A review of the systematics of the tick family Argasidae (Ixodida). *Acarologia*. 50(3): 317-333.
- Estrada-Peña A, Sánchez C, Quílez J, Del Cacho E. 2005. A retrospective study of climatic suitability for the tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* in the Americas. *Global Ecol Biogeogr*. 14(6):565-573.

- Estrada-Peña A, Venzal JM. 2007. Climate niches of tick species in the Mediterranean Region: modeling of occurrence data, distributional constraints, and impact of climate change. *J Med Entomol* [consultado 2011 may]; 44(6):1130-1138. <http://www2.unil.ch/biomapper/Download/Estrada-Pena-JMedEnt-2007.pdf>.
- Federación Colombiana de Ganaderos, Fondo Nacional del Ganado. 2011. Situación en Colombia de enfermedades bovinas no sujetas al control oficial. Bogotá: Fedegán-FNG.
- Gallardo JS, Morales J. 1999. *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae): preoviposición, oviposición, incubación de los huevos y geotropismo. En: *Bioagro*. 11(3):77-87.
- García O. 1983. Bioecología de la garrapata del ganado (*Boophilus microplus*) estrategias de investigación. *Rev Colomb Cienc Pec*. 4(3-4):169-173.
- Guglielmone AA. 1991. Epizootiología de las enfermedades hemoparasitarias de los vacunos. Santiago de Chile: FAO.
- Guglielmone AA. 1995. Epidemiology of babesiosis and anaplasmosis in South and Central America. *Vet Parasitol*. 57(1-3):109-119.
- Guglielmone AA, Beati L, Barros-Battesti DM, Labruna MB, Nava S, Venzal JM, Mangold AJ, Szabó MPJ, Martins JR, González-Acuña D, et al. 2006. Ticks (Ixodidae) on humans in South America. *Exp Appl Acarol*; [consultado 2011 may]. 40(2):83-100. <http://www.springerlink.com/content/82n584t542825q07/fulltext.pdf>.
- Guglielmone AA, Estrada-Peña A, Keirans JE, Robbins RG. 2003. Ticks (Acari: Ixodida) of the Neotropical Zoogeographic Region. Houten, Países Bajos: Universiteit Utrecht.
- Hoogstraal H. 1985. Argasid and nuttalliellid ticks as parasites and vectors. *Adv Parasitol*. 24:135-238.
- Horak IG, Camicas JL, Keirans JE. 2002. The Argasidae, Ixodidae and Nuttalliellidae (Acari: Ixodida): a world list of valid tick names. *Exp Appl Acarol*. 28(1-4):27-54.
- Jongejan F, Uilenberg G. 2004. The global importance of ticks. *Parasitology*. 129(S1):S3-S14.
- Jonsson NN, Bock RE, Jorgensen WK. 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. *Vet Parasitol*. 155(1-2):1-9.
- Mastropaolo M, Beltrán-Saavedra LF, Guglielmone AA. 2014. The ticks (Acari: Ixodida: Argasidae, Ixodidae) of Bolivia. *Ticks Tick Borne Dis*. 5(2):186-194.
- Mondal DB, Sarma K, Saravanan M. 2013. Upcoming of the integrated tick control program of ruminants with special emphasis on livestock farming system in India. *Ticks Tick Borne Dis*. 4(1-2):1-10.
- Nari A. 1995. Strategies for the control of one-host ticks and relationship with tick-borne diseases in South America. *Vet Parasitol*. 57(1-3):153-165.
- Navas A. 2003. Influencia de la cobertura arbórea de sistemas silvopastoriles en la distribución de garrapatas en fincas ganaderas en el bosque seco tropical; [tesis de maestría]. [Turrialba]: CATIE.
- Ogden NH, Swai E, Beauchamp G, Karimuribo E, Fitzpatrick JL, Bryant MJ, Kambarage D, French NP. 2005. Risk factors for tick attachment to smallholder dairy cattle in Tanzania. *Prev Vet Med*. 67(2-3):157-170.
- Oliver JH. 1989. Biology and systematics of ticks (Acari: Ixodida). *Annu Rev Ecol Syst*. 20:397-430.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2003. Resistencia a los antiparasitarios. Estado actual con énfasis en América Latina. FAO; [consultado 2011 ago]. <http://www.fao.org/3/a-y4813s.pdf>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2007. Aplicación del control integrado de parásitos (CIP) a la garrapata 'Boophilus microplus' en Uruguay. Seminario regional. Estudio FAO: Producción y Sanidad Animal (FAO). 1014-1200. Roma: FAO, Santiago (Chile). Oficina Regional para América Latina y el Caribe.
- Pruthi RK, Marshall WF, Wiltsie JC, Persing DH. 1995. Subspecialty Clinics: Infectious Diseases. Human Babesiosis. *Mayo Clin Proc*. 70:853-862.
- Quijano BO. 1996. Prevalencia de anticuerpos contra *Babesia bovis* y *Babesia bigemina* en bovinos de hatos del municipio de Barbosa (Antioquia); [trabajo de grado]. [Medellín]: Universidad de Antioquia.
- Quiroz H. 1994. Parasitología y enfermedades parasitarias de los animales domésticos. 5 ed. México D.F.: Limusa.
- Regassa A, Penzhorn BL, Bryson NR. 2003. Attainment of endemic stability to *Babesia bigemina* in cattle on a South African ranch where non-intensive tick control was applied. *Vet Parasitol*. 116(4):267-274.
- Ríos, LA, Zapata, R, Reyes J, Mejía J, Baena A. 2010. Estabilidad enzoótica de babesiosis bovina en la región de Puerto Berrío, Colombia. *Rev Cient (Maracaibo)*. 20(5):485-492.
- Rodríguez-Vivas RI, Quiñones-Ávila F, Ramírez-Cruz GT, Ruiz-Piña H. 2003. Presencia del género *Trypanosoma* en la garrapata *Boophilus microplus* en el trópico mexicano. *Rev Biomed*. 14:29-33.
- Sonenshine DE, Lane RS, Nicholson WL. 2002. Chapter 24: Ticks (Ixodida). Medical and veterinary entomology. En: Mullen G, Durden L. Medical and Veterinary Entomology. Amsterdam: Elsevier Science. p. 517-558.
- Sonenshine DE, Roe M. 1993. Biology of ticks. Vol. 2. New York: Oxford University Press.
- Uilenberg G. 2006. Babesia--a historical overview. *Vet Parasitol*. 138(1-2):3-10.
- Veiga LP, Souza AP, Bellato V, Sartor AA, Nunes AP, Cardoso HM. 2012. Resistance to cypermethrin and amitraz in *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus* on the Santa Catarina Plateau, Brazil. *Rev Bras Parasitol Vet*. 21(2):133-136.
- Vial L. 2009. Biological and ecological characteristics of soft ticks (Ixodida: Argasidae) and their impact for predicting tick and associated disease distribution. *Parasite*. 16(3):191-202.
- Vieira M, Sastre A. 2007. Differential *Bos taurus* cattle response to *Babesia bovis* infection. *Vet Parasitol*. 150(1-2):54-64.
- Vizcaino O. 1983. La hemoparasitosis: diagnóstico, epidemiología y control. *ICA Informa*. 17(2):12-22.
- Waladde SM, Young AS, Morzaria SP. 1996. Artificial feeding of ixodid ticks. *Parasitol Today*. 12(7):272-278.
- Young AS, Morzaria SP. 1986. Biology of *Babesia*. *Parasitol Today*. 2(8):211-218.