

# Las garrapatas del ganado bovino y los agentes de enfermedad que transmiten en escenarios epidemiológicos de cambio climático:

## Guía para el manejo de garrapatas y adaptación al cambio climático

Efraín Benavides Ortiz  
Jaime Romero Prada  
Luis Carlos Villamil Jiménez



### **Efraín Benavides Ortiz**

*Profesor Asociado de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de La Salle, Colombia. Médico Veterinario, Universidad Nacional de Colombia. Magister en Medicina Veterinaria Tropical, Universidad de Edimburgo, Reino Unido. Doctor en Parasitología Veterinaria y Epidemiología, Universidad de Edimburgo, Reino Unido.*

### **Jaime Ricardo Romero Prada**

*Especialista Internacional en Sanidad Agropecuaria e Inocuidad de los Alimentos del IICA. Médico Veterinario y Magister en Economía Agraria, Universidad Nacional de Colombia. Doctor en Epidemiología y Economía Veterinaria, Universidad de Reading, Reino Unido.*

### **Luis Carlos Villamil Jiménez**

*Profesor Titular de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de La Salle, Colombia. Médico Veterinario y Magister en Medicina Preventiva, Universidad Nacional de Colombia. Doctor en Epidemiología Veterinaria, Universidad de Reading, Reino Unido.*





## **Las garrapatas del ganado bovino** y los agentes de enfermedad que transmiten en escenarios epidemiológicos de cambio climático

### Guía para el manejo de garrapatas y adaptación al cambio climático

Efraín Benavides Ortiz  
Jaime Romero Prada  
Luis Carlos Villamil Jiménez

Universidad de La Salle  
Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)



## Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2016



Las garrapatas del ganado bovino y los agentes de enfermedad que transmiten en escenarios epidemiológicos de cambio climático por IICA se encuentra bajo una Licencia Creative Commons

Reconocimiento-Compartir igual 3.0 IGO (CC-BY-SA 3.0 IGO)

(<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>)

Creado a partir de la obra en [www.iica.int](http://www.iica.int)

El Instituto promueve el uso justo de este documento. Se solicita que sea citado apropiadamente cuando corresponda.

Esta publicación también está disponible en formato electrónico (PDF) en el sitio Web institucional en <http://www.iica.int>

Coordinación editorial: Efraín Benavides Ortiz, Jaime Romero Prada y Luis Carlos Villamil Jiménez

Corrección de estilo: María Teresa Bolaños

Diseño y diagramación: José Enrique Torres Alarcón

Diseño de portada: Karla Cruz

Benavides, Efraín

Las garrapatas del ganado bovino y los agentes de enfermedad que transmiten en escenarios epidemiológicos de cambio climático: Guía para el manejo de garrapatas y adaptación al cambio climático / Efraín Benavides Ortiz, Jaime Romero Prada y Luis Carlos Villamil Jiménez. – Costa Rica : IICA, 2016.

96 p.; 23 cm x 15 cm

ISBN: 978-92-9248-655-6

1. Metastigmata 2. Ixodidae 3. Enfermedades transmitidas por garrapatas  
3. Cambio climático 4. Gestión de riesgos 5. Sanidad Animal 6. Gestión de  
lucha integrada 7. Control biológico 8. Control químico 9. Ganado bovino  
10. Parásitos 11. Ciclo vital 12. Endemia 13. Desarrollo económico 14. Datos  
estadísticos 15. Américas I. Romero Prada, J. II. Villamil Jiménez, L.C. III. IICA  
IV. Universidad de La Salle V. Título

AGRIS

DEWEY

L72

632.6

San José, Costa Rica

2016

# Tabla de contenido

Índice de figuras	vi
Índice de tablas	vii
Presentación	ix
Agradecimientos	xi
Exordio	xiii
Alcance de la guía	15
<b>1. El problema sanitario</b>	<b>19</b>
¿Qué es la fiebre de la garrapata?	19
La situación en el hemisferio americano	21
¿Bajo qué circunstancias ocurren brotes de FG?	22
¿Cómo se expresa la enfermedad?	25
¿Qué sucede a nivel poblacional?	27
Otras situaciones clínicas similares a la FG	31
Presencia y dinámica de las garrapatas	32
Impacto económico del problema	35
<b>2. El cambio climático y las garrapatas</b>	<b>41</b>
<b>3. Gestión del riesgo sanitario</b>	<b>51</b>
Base racional de decisión de gestión del riesgo	52
Gestión del riesgo en escenarios cambiantes	54
¿Qué variables rompen una condición de estabilidad enzoótica?	55
¿Qué variables consolidan la inestabilidad enzoótica?	55
¿Qué problemas pueden aparecer en zonas libres?	56
<b>4. El manejo integrado de plagas (MIP)</b>	<b>61</b>
El manejo individual de la FG	64
El control químico	64
Alternativas al control químico tradicional	66
<b>5. Recomendaciones de gestión</b>	<b>75</b>
Punto de partida	76
Algunas recomendaciones para zonas libres	78
Algunas recomendaciones para zonas endémicas	79
Referencias	83
<b>Anexo. Glosario</b>	<b>91</b>

## Índice de figuras

Figura 1.	Formas parasitarias de <i>Babesia bigemina</i> observadas en frotis sanguíneos. A = trofozoíto anular; P = trofozoíto piriforme doble (fotos: Benavides, E; Vizcaíno, O).	20
Figura 2.	Extendido sanguíneo que demuestra la presencia de parásitos en sangre de la rickettsia <i>Anaplasma marginale</i> , observada como un punto en el borde de los glóbulos rojos.	21
Figura 3.	Larvas de la garrapata <i>Rhipicephalus (Boophilus) microplus</i> sin alimentar de un cultivo de laboratorio. Cada una es más pequeña que una cabeza de alfiler (foto: Benavides, E).	23
Figura 4.	Adultos de la garrapata <i>Rhipicephalus (Boophilus) microplus</i> en diversos estados de desarrollo. A: hembras recién mudadas; B: hembras parcialmente ingurgitadas; C: machos (fotos: Benavides, E).	24
Figura 5.	Factores que afectan el ciclo de vida de la garrapata del ganado. Modelo poblacional propuesto originalmente por Sutherst <i>et al.</i> (1978).	30
Figura 6.	Descripción comparativa del ciclo de vida de las garrapatas de la familia <i>Ixodidae</i> , de uno y de tres huéspedes.	33
Figura 7.	Reconocimiento de diversos grados de llenado (ingurgitación) de la garrapata común del ganado.	34
Figura 8.	Duración promedio del desarrollo de huevos de la garrapata <i>Rhipicephalus (Boophilus) microplus</i> y velocidad diaria de desarrollo, según la temperatura del suelo.	34
Figura 9.	Esquema de pérdidas asociadas con la ocurrencia de FG.	36
Figura 10.	Simulación de temperatura global en el siglo XXI para tres escenarios probables.	42
Figura 11.	Cambio de favorabilidad de hábitat para la garrapata <i>R. microplus</i> en las Américas.	44
Figura 12.	Evolución de la temperatura mínima y máxima del aire registrada en el centro de investigación Tibaitatá, localizado en la Sabana de Bogotá, Colombia.	45
Figura 13.	Efectos directos e indirectos potenciales del cambio climático en el ciclo de vida de la garrapata.	47
Figura 14.	Marco conceptual para el MIP en garrapatas.	62
Figura 15.	Diseño de estrategias para el control de la garrapata combinando el uso de acaricidas y prácticas de control no químico.	63
Figura 16.	Actores y relaciones requeridos en la implantación de un esquema MIP para el control parasitario, tomando como ejemplo la situación colombiana.	65
Figura 17.	Recomendaciones de Gestión usando la guía.	75

## Índice de tablas

Tabla 1.	Principales características de hemoparásitos de los bovinos que ocurren en el trópico americano.	26
Tabla 2.	Velocidad de transmisión y el fenómeno de la estabilidad enzoótica para los hemoparásitos de ganado en un escenario de terneros entre el nacimiento y los cuatro años de edad.	28
Tabla 3.	Condiciones de campo que sugieren la ocurrencia de enfermedad hemoparasitaria en bovinos.	32
Tabla 4.	Principales factores de riesgo que podrían estar involucrados con la colonización de la garrapata del ganado en el trópico alto.	46
Tabla 5.	Síntesis de escenarios epidemiológicos y la presentación de FG poblacionalmente.	53
Tabla 6.	Síntesis de los cambios que desde la triada epidemiológica generan modificaciones en los escenarios epidemiológicos.	54





# Presentación

La ganadería bovina en las Américas constituye un rubro estratégico para las economías, el bienestar rural y la provisión de proteína de calidad para territorios rurales y urbanos. La oportunidad que tiene el desarrollo ganadero, dada la demanda creciente de proteína de origen animal a nivel mundial, especialmente liderada por el crecimiento del consumo en países en desarrollo, puede verse limitada por la presencia de enfermedades que pueden afectar el comercio, la productividad y la salud pública. El cambio climático afecta la ganadería modificando el hábitat en el que se desarrolla la actividad productiva y la provisión de pasturas. Además, altera el manejo de los sistemas de producción y el movimiento de animales e incrementa los riesgos de presentación y los efectos de algunas enfermedades animales, entre otros aspectos.

En la tarea de generar bienes públicos internacionales, el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) tiene el gusto de presentar a los países de las Américas la publicación *Las garrapatas del ganado bovino y los agentes de enfermedad que transmiten en escenarios epidemiológicos de cambio climático*.

La publicación constituye un aporte al manejo sostenible de un viejo problema que afecta al 80 % de la ganadería bovina mundial y que en se encuentra en casi todos los países del hemisferio: la presencia de garrapatas. Sus efectos son muy complejos, dado que vulneran la seguridad alimentaria y el bienestar rural. La resistencia a los acaricidas y los problemas de manejo de insumos veterinarios constituyen los limitantes mayores para el control del problema. Este se agudiza en situaciones de cambio climático, ya que surge en áreas antes indemnes donde no hay experiencia para la prevención y el control de las garrapatas y los agentes que transmiten; además, el cambio climático modifica los patrones de presentación de la enfermedad en zonas endémicas.

Se espera que la obra llegue a profesionales de los sectores público y privado, y especialmente a los productores de bovinos del continente. El objetivo de los contenidos es facilitar la comunicación del productor con los servicios veterinarios locales, para hacer más eficiente y sostenible la lucha contra este peligroso flagelo.

Con seguridad, los lectores encontrarán ideas y conceptos que faciliten el entendimiento de la situación local, de la modificación del riesgo por efecto del cambio climático y del empleo de otras formas de prevención.

Esta publicación se realizó en el marco de las actividades del convenio interinstitucional del IICA y la Universidad de La Salle (Colombia). Su elaboración fue posible gracias a la participación de profesores de esa universidad y de especialistas del IICA, tanto de las representaciones de Perú y Colombia como del área de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad de los Alimentos, en el contexto del Proyecto Insignia de Resiliencia y Gestión Integral de Riesgos en la Agricultura.

---

**Katia Marzall**

Líder  
Proyecto Insignia de  
Resiliencia y Gestión  
Integral de Riesgos  
Ambientales

**Robert Ahern**

Líder  
Sanidad Agropecuaria e  
Inocuidad de los Alimentos

**Pilar Agudelo**

Representante (E)  
IICA (Colombia)

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la Representación del IICA en Colombia, por las gestiones realizadas para lograr el convenio entre el IICA y la Universidad de La Salle, lo que permitió consolidar el basamento institucional para el trabajo conjunto en este producto.

Un reconocimiento especial al apoyo de las representaciones del IICA en Colombia y Perú; al respaldo de sus representantes, señores Luis Condines y Javier García, respectivamente, y al trabajo y aportes de las colegas Pilar Agudelo y Daniela Poveda (IICA-Colombia) y a la Ing. Erika Soto (IICA-Perú), encaminados a la organización e implementación de las actividades de validación en los dos países. Se reconocen los aportes constructivos y la participación en la facilitación y discusión de los reportes de validación de usuarios de las representaciones del IICA señaladas.

Complementariamente, en tales ejercicios de validación se reconoce la participación y el apoyo de la Asociación Nacional de Productores de Carne Bovina (FONDGICARV) y del Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) de Perú, así como de la Asociación de Productores de Leche de Arbeláez (ASOLACTAR), el Comité de Ganaderos del Sumapaz, la Fundación para la Promoción de la Calidad Humana (FUNCAHUM) y el Ministerio de Agricultura en Colombia.

Agradecemos a la Ing. Alejandra Díaz, de la Representación del IICA en Costa Rica, quien desde la coordinación del componente tres del Proyecto Insignia de Resiliencia y Gestión de Riesgos en la Agricultura, acompañó las labores del equipo durante 2015 y 2016.

Un borrador preliminar del documento fue revisado por pares internacionales expertos de diversas instituciones; se agradecen los comentarios y los valiosos aportes de los colegas que comentaron el documento, destacándose el Dr. Gustavo López Valencia (Instituto Colombiano de Medicina Tropical); el Dr. Adalberto Pérez de León (Knippling-Bushland U.S. Livestock Insects Research Laboratory, USDA-ARS); el Dr. Juan Garza Ramos (Universidad Nacional Autónoma de México), el Dr. Álvaro Romero Nasayó (New Mexico State University) y el Dr. Noé Soberanes Céspedes (LAPISA Salud Animal, México).

**Los autores**



# Exordio

*Dame Sancho mi escudo y mi lanza  
y tráeme mi jamelgo Rocinante.  
Tenemos que luchar sin cuartel  
contra el tropel de garrapatas que nos persigue<sup>1</sup>.*

La prevención y el control de las enfermedades parasitarias han constituido un frente prioritario para la investigación y los servicios de salud animal en el mundo. En ese contexto, las garrapatas y los agentes que transmiten constituyen uno de los limitantes prioritarios en las especies animales de importancia económica, en especial para los países tropicales y subtropicales. Las estrategias de mitigación forman parte de una larga tradición y se centran en la aplicación local de acaricidas o en la búsqueda de productos biológicos que contribuyan a la reducción del impacto del problema.

A pesar de lo anterior, los indicadores de salud animal muestran un panorama preocupante; se están empleando medidas inocuas que en general se aplican por sugerencia de los proveedores de insumos, por el sentir de los productores o por las normas emanadas de las autoridades sanitarias.

Son diversos los aspectos que hacen cada vez más compleja la situación. La resistencia que las garrapatas han desarrollado a los acaricidas, los cambios del clima que favorecen las poblaciones de vectores de agentes de enfermedad, tanto para humanos como animales, y la intervención y deterioro del ambiente, como consecuencia de las actividades humanas, conforman un panorama preocupante que, a su vez, representa un reto para la investigación y la academia, en la búsqueda de nuevas metodologías y diversas aproximaciones para la lucha contra las garrapatas y los agentes de enfermedad que transmiten.

La prioridad, entonces, es dar nuevas miradas para encontrar la solución de viejos problemas que afectan la salud de los animales y también de los humanos, señalando vacíos e incorporando nuevas estrategias. “No puede haber salud humana si no hay salud animal y ambas son inviables si el ambiente no es saludable, si está deteriorado, si no es sustentable. Lo anterior ha llevado a revivir el viejo concepto de “una patología”, impulsado desde el siglo XIX por Rudolf Virchow en el lejano 1858. La evolución del término

---

1. Tomado de la letra de la canción Don Kihot I Sanco Panza, de Rambo Amadeus.

fue a “una medicina”. Ese concepto en la actualidad es el de “Una Salud”, que atiende en forma simultánea e integral a los elementos de la interfase entre la salud humana, la salud animal y el ambiente, de carácter intersectorial y que exigen una integración funcional armónica, sinérgica y altamente eficiente” (SISPVET 2009).

El concepto de “Una Sola Salud”, descrito por Gibbs en 2014, surgió como un campo nuevo interdisciplinario que se enfoca en el estudio de las interrelaciones complejas entre la salud y las preocupaciones ecológicas relativas a los cambios en la estructura y el uso de la tierra y el agua, a la emergencia y reemergencia de enfermedades infecciosas, parásitos y contaminantes ambientales, al mantenimiento de la biodiversidad y a las funciones que sostienen la vida de animales, plantas y seres humanos.

En ese orden de ideas, los parásitos tropicales, como las garrapatas y los agentes que transmiten, representan un escenario complejo que requiere miradas desde el concepto de “Una Sola Salud”. En esta publicación se compendian una serie de hallazgos de investigación que serán transferidos a los asesores y productores de las áreas endémicas y de aquellas zonas libres bajo riesgo de FG, que pudieran adaptarse como factores claves para su prevención y control.

El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), a través de su área de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad de los Alimentos, mediante el Proyecto Insignia de Resiliencia y Gestión de Riesgos en la Agricultura, específicamente el componente tres: “Gestión integral de riesgos sanitarios y fitosanitarios para una agricultura resiliente”, se ha unido a la Universidad de La Salle, para realizar un ejercicio de transferencia de resultados de investigación mediante la presente obra.

En esta publicación se señala el problema sanitario: la fiebre de garrapatas (FG), su presentación y consecuencias poblacionales; la presencia y la dinámica de las garrapatas; el impacto económico del problema y su relación con el cambio climático; el manejo integrado de plagas (MIP); y las bases racionales para la gestión de riesgos sanitarios.

Esperamos que tanto los productores como los asesores encuentren en esta publicación nuevas ideas y conceptos que faciliten el entendimiento de la situación local, de la modificación del riesgo por efecto del cambio climático y del empleo de otras formas de prevención diferentes a las tradicionales, que coadyuven a crear conciencia sobre las relaciones entre salud animal, salud pública y sostenibilidad ambiental y que se conviertan en “Quijotes” para luchar “contra el tropel de garrapatas que nos persigue”.

**Los autores**

# Alcance de la guía

Este documento es un aporte para el manejo de un problema endémico que afecta al 80 % de la ganadería bovina mundial e impacta la seguridad alimentaria y el bienestar rural; el cambio climático hace más compleja tal situación y, por lo tanto, amerita acciones colectivas. El material se presenta como parte del convenio interinstitucional del IICA y la Universidad de La Salle (Colombia).

El material está destinado a un espectro amplio de usuarios que incluye profesionales de los sectores oficial y privado y la gran diversidad de productores de bovinos del hemisferio. Por lo anterior y dada la complejidad de la temática, se recomienda la lectura y la aplicación conjunta entre productores y profesionales (asistentes técnicos), siguiendo las indicaciones y las normativas del servicio veterinario oficial de cada país. En caso necesario, se recomienda consultar a profesionales especializados y leer en forma más detallada la literatura citada. Se hace explícito que este material no sustituye la asistencia técnica veterinaria, sino que provee información que coadyuva dicho servicio profesional, y que debe ser acotado a cada situación particular, además, se remarca que no existe una receta o solución única aplicable a todos los casos.

El objetivo del material es familiarizar y sensibilizar a productores y asistentes técnicos con los aspectos claves de la fiebre de la garrapata (FG), así como su manejo y los efectos que en ello tiene el cambio climático, y proveer de información que permita guiar y sentar bases para la preparación de planes y estrategias de control. Para facilitar su lectura, al final del documento se brinda un glosario.

El documento es especialmente útil para situaciones de emergencia relacionadas con la introducción de garrapatas y con el consecuente problema de la incursión de enfermedades transmitidas por garrapatas en los altiplanos del trópico americano y regiones del subtropical, en las cuales antes no se presentaba el problema y el cambio climático constituye un determinante relevante.

La guía posee tres componentes principales<sup>2</sup>. El primer aspecto se focaliza en el problema sanitario objeto de la guía, seguido del efecto del cambio climático en el problema y finalizando con las opciones de gestión del riesgo. En cada componente se desarrollan aspectos de epidemiología y gestión de riesgos basados en evidencia y se establecen mensajes claves con el propósito de llamar la atención de los lectores sobre los temas por tratar en cada sección.

---

2. Dada la extensa literatura técnico-científica sobre el tema, esta guía no pretende reemplazar ni resumir dicha literatura; lo que se busca es complementar lo existente, colocando juntos los tres componentes en el contexto de los objetivos del componente tres del Proyecto Insignia de Resiliencia y Gestión de Riesgos en la Agricultura del IICA. Se recomienda revisar la literatura citada para profundizar en los temas técnicos.







1

# El problema sanitario





# 1

## El problema sanitario



El problema sanitario objeto de esta guía es el **manejo de la ocurrencia de brotes de FG en regiones del trópico y subtrópico americano.**

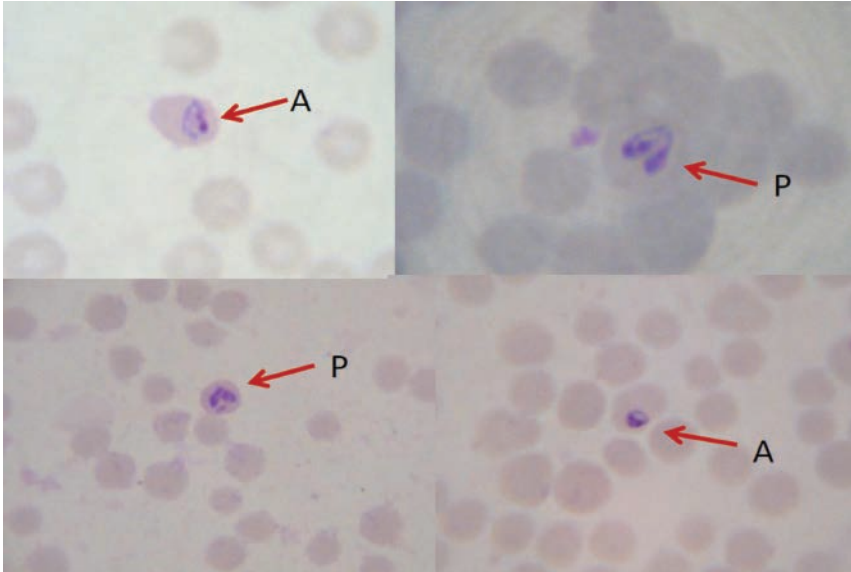
### ¿Qué es la fiebre de la garrapata?

La FG es una enfermedad febril del ganado bovino causada por los parásitos protozoarios *Babesia bigemina* y *Babesia bovis* y por la rickettsia *Anaplasma marginale*, que son organismos transmitidos en el continente americano, principalmente por la garrapata común del ganado *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. Estos organismos que se multiplican en la sangre, también conocidos como hemoparásitos (figura 1 y figura 2), se multiplican y destruyen los glóbulos rojos. Clínicamente se expresan en su forma aguda por fiebre y anemia, con efectos complementarios, como bajo consumo de alimentos, baja en producción de leche, pérdida de peso, y riesgo de muerte de animales, entre otros. La babesiosis y anaplasmosis bovinas son enfermedades específicas de los vacunos (incluidos los búfalos), que

*Enfermedad del ganado causada por dos tipos de parásitos que viven en los glóbulos rojos. La enfermedad presenta como signo clínico principal la fiebre, y según el parásito implicado, tiene signos complementarios diferenciales. En procesos agudos, se recomienda apoyarse en el laboratorio y en el servicio veterinario.*

se describen de forma concreta en el listado 2015 de enfermedades de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) ([www.oie.int](http://www.oie.int)) (OIE 2014 y 2015).

El aspecto patogénico más importante de los agentes causantes de la FG es la marcada anemia que desencadena altos porcentajes de mortalidad en hatos de bovinos no inmunes, es decir, sin defensas contra los parásitos (Bock *et al.* 2004, Pérez de León *et al.* 2014a). De este modo, cuando se presentan casos de enfermedad clínica aguda, el diagnóstico de laboratorio y el servicio veterinario son indispensables para orientar las inaplazables medidas de control.



**Figura 1.** Formas parasitarias de *Babesia bigemina* observadas en frotis sanguíneos. A = trofozoíto anular; P = trofozoíto piriforme doble (fotos: Benavides, E; Vizcaíno, O).

**Fuente:** Tomada de Benavides *et al.* 2012.

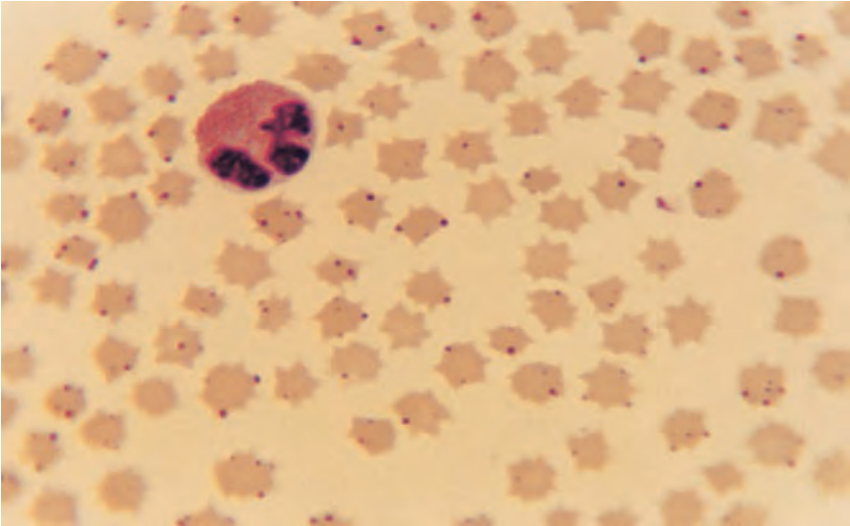
En algunas regiones de América Latina, en el campo, estas afecciones se conocían genéricamente como las “ranillas”, correspondiendo la ranilla roja a la enfermedad asociada con *B. bigemina*, debido al signo de la producción de orina coloreada (hemoglobinuria) y ranilla blanca, a la enfermedad asociada con *A. marginale* que no cursa con hemoglobinuria, sino con anemia e ictericia (Aubry y Geale 2011). En el caso de anaplasmosis no se presenta hemoglobinuria, pues los glóbulos rojos son capturados por el sistema retículo-endotelial (sistema de células fagocíticas en la sangre) y no hay hemólisis intravascular (destrucción de los glóbulos rojos dentro de los vasos sanguíneos). Se debe aclarar que en el campo, también se llama ranilla a los casos de hematuria (sangre en la orina), principalmente asociados con el consumo de helecho (Benavides *et al.* 2011).

El protozoario *B. bovis* generalmente no causa hemoglobinuria, debido a que tiende a aglutinarse en los capilares, principalmente del cerebro, causando la condición conocida como babesiosis cerebral, asociada con la presentación de signos nerviosos en los animales (Benavides 2002).

## La situación en el hemisferio americano

De acuerdo con el Sistema Mundial de Información Sanitaria de la OIE (WAHIS 2015), la babesiosis bovina no se encuentra en Chile, y ha estado ausente en Belice, desde el 2013. En Canadá no están presentes las garrapatas consideradas como vectores de este organismo; además, en la región sur de los Estados Unidos, desde 1943 se instituyó una campaña de erradicación de garrapatas, por lo que este país se considera libre de babesiosis con algunas reintroducciones accidentales para las que existe un programa de vigilancia (Lohmeyer *et al.* 2011, Pérez de León *et al.* 2010). Asimismo, se encuentra restringida a ciertas áreas subtropicales y a las regiones tropicales de México.

Por su parte, la anaplasmosis bovina ocurre en casi todo el hemisferio, excepto en Chile, reportándose en ciertas zonas en México. Se debe aclarar que al norte de México la transmisión de anaplasmosis la realizan garrapatas del género *Dermacentor* spp. (OIE 2015).



**Figura 2.** Extendido sanguíneo que demuestra la presencia de parásitos en sangre de la *rickettsia Anaplasma marginale*, observada como un punto en el borde de los glóbulos rojos.

**Fuente:** Tomada de Benavides 2002.

En el hemisferio se han identificado más de 40 especies de garrapatas que afectan a animales domésticos y silvestres, pero en el caso de la FG, la especie de mayor impacto en el sector pecuario de diversos países de América tropical y subtropical es la conocida como “Garrapata común

del ganado” *R. (B.) microplus*. Por otro lado, “La Garrapata de Cayena”, conocida en algunas regiones como la “Garrapata venadera”, *Amblyomma cajennense*, sensu lato, es poco importante en la transmisión de FG, anaplasmosis y babesiosis, en el ganado (Benavides y Romero 2001).

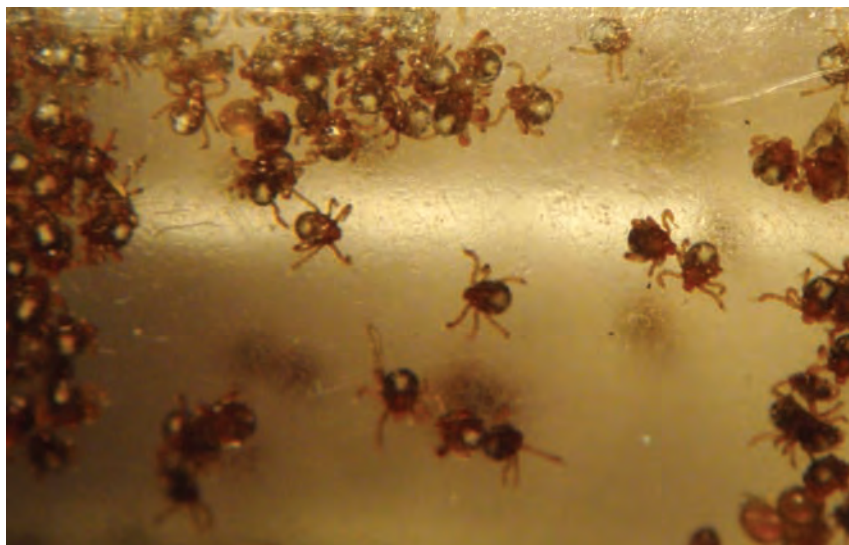
En países con estaciones marcadas como Estados Unidos donde no existen condiciones climáticas favorables para la persistencia de la garrapata del ganado, se han realizado campañas de erradicación de la FG y hoy se hacen grandes esfuerzos de vigilancia y control para mantener el estado libre de esta enfermedad (Pérez de León *et al.* 2012). No obstante, en otros países y regiones de América tropical y subtropical, la garrapata *R. microplus* es endémica y constituye, como se ha señalado, el principal vector de *B. bigemina*, *B. bovis* y *A. marginale*.

## ¿Bajo qué circunstancias ocurren brotes de FG?

En condiciones naturales, los brotes de FG en el hato se presentan cuando confluyen dos eventos relacionados con las dinámicas de la población ganadera y de las garrapatas. En primera instancia, se requiere de la presencia de larvas de garrapata en las praderas (figura 3), que se originen de garrapatas que se alimentaron sobre ganado infectado (figura 4); en segundo lugar, se necesita la presencia de animales adultos susceptibles a los organismos transmitidos por la garrapata. Los animales que ya han tenido contacto con el organismo, y sobreviven a ese desafío, desarrollan algún grado de inmunidad, lo cual les brinda protección contra el desarrollo de la forma clínica aguda de la enfermedad.

Lo anterior indica que la presentación de brotes de FG depende de:

- Las dinámicas de crecimiento y movilización de los animales que existen en una finca o un territorio en particular.
- Las características asociadas con el relieve de un territorio y su localización (fisiografía), particularmente del clima de ese territorio.
- El establecimiento de una población constante o estacional de garrapatas en ese terreno.



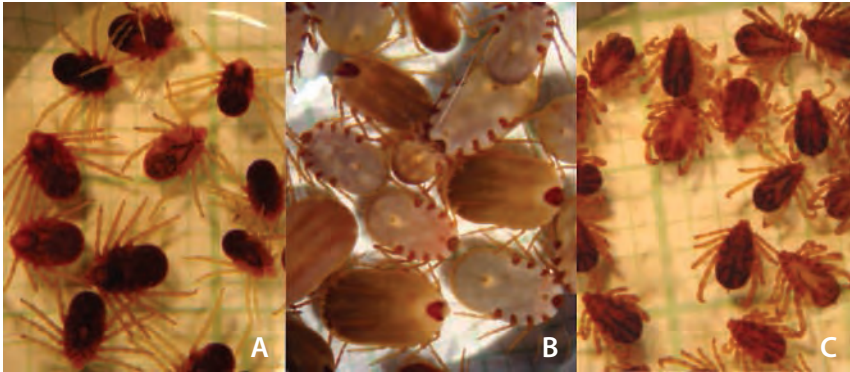
**Figura 3.** Larvas de la garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* sin alimentar de un cultivo de laboratorio. Cada una es más pequeña que una cabeza de alfiler (foto: Benavides, E).

Bajo estas circunstancias, los animales que desde pequeños tienen contacto permanente con garrapatas, por lo general nunca desarrollan un episodio clínico de FG, sino que se convierten en portadores de los organismos de forma subclínica.

La existencia de inmunidad previa, la velocidad de transmisión y la edad en la que ocurre el primer contacto con el parásito (primo-infección), determinan el efecto clínico que causará ese contacto entre el parásito y el huésped. Por ejemplo, el cuadro clínico típico de la infección aguda por *Babesia* y *Anaplasma*, únicamente ocurre en animales adultos susceptibles; en condiciones naturales, esto solo ocurre en regiones marginales para la garrapata, o cuando se transportan animales adultos susceptibles a regiones endémicas.

Los parásitos causantes de la FG son transmitidos principalmente por algunas especies de garrapatas del ganado, las que difieren acorde con la región del planeta donde se ubican los animales y con la distribución geográfica de las garrapatas, debido a que sólo en ellas ocurre el proceso a través del cual, unos pocos parásitos puedan incrementarse en gran número, fenómeno conocido como la amplificación biológica del organismo, la cual puede ocurrir bien por transmisión transtadial, o por transmisión transovárica (ver glosario). Este fenómeno asegura que los hemoparásitos sean amplificados en la población de garrapatas.





**Figura 4.** Adultos de la garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* en diversos estados de desarrollo. A: Hembras recién mudadas. B: Hembras parcialmente ingurgitadas. C: Machos. (Fotos: E. Benavides).

En Europa existe la babesiosis causada por *Babesia divergens* que es transmitida por la garrapata *Ixodes ricinus* (la garrapata europea), la cual está restringida a ese continente. Por su parte, la garrapata común del ganado *R. (B.) microplus*, es el vector principal de *B. bovis* y *B. bigemina*, y se encuentra ampliamente distribuida en países tropicales y subtropicales, particularmente en Centroamérica y Sudamérica, incluyendo algunas islas del Caribe donde afecta a bovinos y en ocasiones, a búfalos (OIE 2014, Romero-Salas *et al.* 2016).

En algunas regiones de América otra garrapata participa en la transmisión, la cual es conocida como “la garrapata de la fiebre del ganado,” *Rhipicephalus (Boophilus) annulatus*, que se distribuye en la zona del golfo de México. Es de anotar que en los Estados Unidos de América han adelantado esfuerzos, desde mediados del siglo pasado, para erradicar la FG y sus vectores de sus territorios, pero algunas veces se han detectado ambas especies de garrapata en Texas, en la zona de cuarentena que sirve como área de amortiguamiento en la frontera con México (Lohmeyer *et al.* 2011).

En el caso de la anaplasmosis, se considera que *A. marginale* es responsable de casi todos los brotes de enfermedad clínica, aunque se conoce una segunda especie, *A. centrale*, que suele causar infecciones benignas. La enfermedad suele transmitirse por garrapatas vector, pero también puede existir transmisión mecánica por picadura de insectos o por fómites, como por ejemplo agujas (OIE 2014).

Se han descrito al menos 19 garrapatas diferentes que poseen la capacidad de transmitir experimentalmente *A. marginale*, incluyendo las garrapatas blandas *Argas persicus*, *Ornithodoros lahorensis*, y los géneros

de garrapatas duras, *Rhipicephalus* spp. (incluidas las ex *Boophilus*), *Dermacentor* spp., *Ixodes* sp., *Hyalomma* spp. La transmisión transestadial (propagación biológica) es el mecanismo habitual, incluso en las especies de *Rhipicephalus* spp., que se multiplican sobre un solo huésped. Los machos de las garrapatas pueden ser particularmente importantes como vectores, debido a que pueden estar infectados de forma permanente y al poder pasar de un animal a otro, pueden servir como reservorio para la infección (OIE 2015). Se destaca el hecho de que las moscas picadoras, que solo efectúan transmisión mecánica de los organismos, no son eficientes para la introducción de estos hemoparásitos a un nuevo territorio.

En síntesis, la FG se presenta cuando se encuentran:

- Animales susceptibles – bovinos (en ocasiones búfalos).
- Garrapatas (vector obligado) que se hayan alimentado de sangre de animales infectados con los hemoparásitos.
- Bovinos con el parásito en sangre y parasitados por garrapatas.
- Se debe considerar que el ingreso de garrapatas a un territorio previamente no colonizado se da únicamente por movilización de animales infestados o por el ingreso de larvas de garrapata en fómites, como heno cultivado en áreas infestadas.

## ¿Cómo se expresa la enfermedad?

La FG se expresa de manera aguda o crónica y con un gradiente de manifestaciones de manera diferencial, siguiendo la lógica de la triada epidemiológica, que agrupa los determinantes de enfermedad en tres grandes categorías (agente, huésped, ambiente). El juicioso diagnóstico de hemoparásitos en rumiantes requiere de una cuidadosa evaluación de la condición clínica de los animales, correlacionando estos con los resultados de laboratorio. Los cuadros clínicos causados presentan similitudes y comparten aspectos de su transmisión y epidemiología, sin embargo, cada organismo posee sus peculiaridades como afección clínica (tabla 1). Los signos clínicos varían en intensidad, dependiendo de la virulencia de la cepa del organismo, la cantidad inoculada, la edad del animal, la raza, el estrés, y en el caso de los animales jóvenes que han nacido en zonas donde existe garrapata, el grado de protección que puede variar debido a la inmunidad

*La intensidad de los signos clínicos de la enfermedad varía dependiendo del individuo, la virulencia de la cepa, la zona geográfica y el sistema productivo. Para entender la presentación de la enfermedad, se debe seguir la lógica de la triada epidemiológica.*

transferida por el calostro. Los signos comunes asociados con enfermedad hemoparasitaria son: fiebre, anemia, disminución del apetito, caída en la producción de leche y pérdida de la condición corporal, produciendo hasta la muerte en algunos animales (Benavides *et al.* 2012).

El cuadro clínico febril agudo de la enfermedad solo ocurre en animales que tienen el primer contacto con el organismo y es cuando ocurren los principales casos de mortalidad, particularmente en animales adultos. Luego de que el animal se recupera de ese contacto inicial, los animales generalmente desarrollan inmunidad coinfecciosa (tienen inmunidad y también portan el parásito), manteniéndose como portadores sanos o casos subclínicos. Por lo general, los animales jóvenes son menos susceptibles a los efectos clínicos de la enfermedad y los brotes en animales adultos ocurren por movilización de animales susceptibles a regiones donde está la enfermedad, o por la ruptura del equilibrio epidemiológico (Benavides 2002).

**Tabla 1.** Principales características de hemoparásitos de los bovinos que ocurren en el trópico americano.

Organismo	Vector	Signos particulares	Observaciones
<i>B. bigemina</i>	Garrapata <i>Rhiphicephalus</i> ( <i>Boophilus</i> )	Hemoglobinuria	Transmisión por ninfas y adultos
<i>B. bovis</i>	<i>microplus</i>	Signos nerviosos	Transmisión por larvas
<i>A. marginale</i>	Garrapata y transmisión iatrogénica	Ictericia	Ciclos de rickettsemia persistentes
<i>Trypanosoma vivax</i>	Tábanos	Asociado con abortos y opacidad de córnea	Síndrome típico de debilidad, muerte en terneros y aborto en vacas
<i>Trypanosoma evansi</i>			

**Fuente:** Benavides *et al.* 2012.

En resumen, la expresión de la enfermedad depende de la confluencia de los siguientes factores:

#### AGENTE

- Tipo de hemoparásito (Anaplasma o tipo de Babesia y presencia conjunta)
- Patogenicidad (capacidad de producir la infección) de la cepa

#### HUÉSPED

- Características individuales del animal
- Edad

- Raza
- Estado inmunológico
- Contacto previo con los parásitos y la garrapata

#### AMBIENTE

- Vector-carga parasitaria y edades
- Sistema de producción
- Climatología
- Otras variables del ecosistema

De acuerdo con lo anterior, se pueden encontrar diferentes condiciones de presentación individual y con gradientes de severidad clínica y de parasitemia (presencia del parásito en la sangre).

- Anaplasmosis (aguda o crónica) “ranilla blanca”
- Babesiosis (aguda o portador crónico) “ranilla roja”

## ¿Qué sucede a nivel poblacional?

*Aunque la enfermedad se presenta en individuos, para el manejo de esta se debe entender la dinámica poblacional y el sistema productivo; asimismo, tener claro el escenario epidemiológico, que varía según la ubicación de la explotación y la favorabilidad del ecosistema, y que puede ser de estabilidad enzoótica (endemicidad estable), de inestabilidad enzoótica, de casos esporádicos o por la ausencia de enfermedad.*

Al ser una enfermedad de los bovinos, y que estos se manejan en grupos, es imprescindible entender la enfermedad desde una óptica poblacional. Para ello, debe comprenderse la dinámica de la población, el sistema productivo, la edad de los animales y la velocidad de la infección con el hemoparásito en la población animal, lo cual, a su vez, depende del grado de infección de la garrapata.

Poblacionalmente se encuentran diversas situaciones que contrastan la presencia del parásito con la presentación o no de la enfermedad en los animales, configurando cuatro principales situaciones epidemiológicas (tabla 2).

- *Estabilidad enzoótica o endemicidad estable.* Situación epidemiológica de una población en la cual la presentación clínica de la enfermedad es escasa, a pesar de la alta velocidad de transmisión de la infección (Coleman *et al.* 2001).

- *Inestabilidad enzoótica*. Situación donde existe un desbalance huésped-parásito que resulta en poca frecuencia de transmisión de los hemoparásitos entre la población, afectando la inmunidad del huésped y por lo tanto, la presentación clínica de la enfermedad y la presencia de los parásitos es variable y difícil de predecir.
- *Casos raros o esporádicos*: Situación epidemiológica en la cual el hábitat no es favorable para la supervivencia de la garrapata, pero se pueden dar introducciones accidentales de manera esporádica.
- Ausencia del problema.

**Tabla 2.** Velocidad de transmisión y el fenómeno de la estabilidad enzoótica para los hemoparásitos de ganado en un escenario de terneros entre el nacimiento y los cuatro años de edad.

Porcentaje de infección a los nueve meses	Condición	Promedio aproximado de garrapatas/día	Proporción de enfermos o muertes por infección	Sin infección hasta los 4 años de edad
100%	Estabilidad enzoótica	50	0	0
92%	Inestabilidad enzoótica	20	8%	0
74%	Inestabilidad enzoótica	10	26%	0
29%	Inestabilidad enzoótica	2	49%	22%
12%	Inestabilidad enzoótica	1	39%	49%
1%	Casos esporádicos	0.2%	11%	88%

**Fuente:** Adaptado de Mahoney 1975.

Estos escenarios y situaciones epidemiológicas en las cuales la presencia de garrapatas, de los agentes causantes de la enfermedad (anaplasmosis y babesiosis), las características individuales y también el manejo del sistema productivo y el ambiente, llevan a situaciones variables de presentación de signos clínicos de la FG y de parasitosis por garrapatas, configurando un gradiente de condiciones del endemismo de las FG.

Lo paradójico es que los brotes que ocasionan mayor proporción de enfermos o muertes se dan en regiones donde las garrapatas son menos abundantes, o donde han sido recientemente introducidas. Esto se debe a que en las regiones donde las garrapatas son abundantes, los animales desde pequeños tienen contacto con ellas y son expuestos a los hemoparásitos a edades tempranas. Los animales hasta cerca de los

nueve meses de edad son más tolerantes a la infección, de forma que sufren la enfermedad de manera leve y se convierten en portadores sanos. Además de que los animales jóvenes son menos susceptibles a los signos de la enfermedad, la inmunidad materna adquirida en el calostro contribuye a la resistencia natural a la enfermedad. Así, cuando todos los terneros se infectan temprano, no ocurren casos clínicos de la enfermedad.

Los brotes de enfermedad en individuos adultos ocurren por movilización de animales de zonas libres a zonas endémicas o ruptura de la condición de estabilidad enzoótica, lo que se da en el campo bajo tres situaciones: abuso en el uso de baños garrapaticidas, situaciones de estrés a que se someten los animales, e introducción de genotipos muy susceptibles, situaciones que causan ruptura de inmunidad (Benavides 2002).

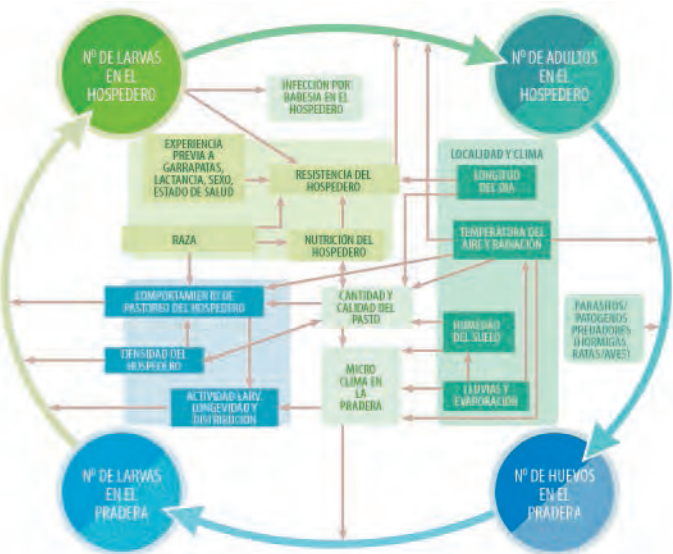
En la tabla 2 es evidente que a medida que disminuye la cantidad de garrapatas, desciende la velocidad de transmisión de los organismos que ellas transmiten y, de esta forma, aumenta la proporción de animales que recibirán la infección después de los nueve meses de edad; estos animales sufrirán de enfermedad clínica aguda, con riesgo de morir. Cuando solo el 29 % de los animales ha recibido la infección por el hemoparásito a los nueve meses de edad, eso corresponde con una velocidad de transmisión baja, que resultará en que el 49 % de los animales se infectará entre los 9-48 meses de edad, estando en riesgo de enfermar o morir por FG. A esa misma velocidad de transmisión, el 22 % de esa población no recibirá ninguna infección hasta los cuatro años de edad.

La anterior situación explica lo que ocurre en regiones donde las garrapatas son relativamente permanentes sobre el ganado, como por ejemplo la mayoría de regiones del trópico americano, donde existen diversos grados de infestación de los animales con la garrapata, pero la ocurrencia de brotes de FG es escasa. En regiones donde el clima es favorable para la garrapata, la intensidad de infestación del ganado es determinada por diversos factores que incluyen desde componentes de clima y localidad geográfica, hasta aspectos de manejo del ganado en los potreros, la raza e inmunidad del ganado, entre otros (Sutherst *et al.* 1978). Muchos de estos factores están bajo el manejo del hombre y otros dependen de la localidad y el clima, lo que afecta la calidad nutricional del forraje, el microclima de la pradera y la densidad y comportamiento de los animales en la pradera (figura 5).

Por otro lado, existen regiones que se consideran marginales o inhóspitas para la supervivencia de la garrapata, que en el continente americano corresponden a las regiones templadas y del subtrópico, donde durante el invierno ocurren temperaturas bajas que limitan la supervivencia

de la garrapata en el suelo; lo mismo que las regiones de montaña en el trópico (conocido como el trópico alto) donde debido a la altitud, la temperatura del suelo es baja (Benavides *et al.* 2015; Evans 1978). En estas regiones, el clima no es favorable para la multiplicación de las fases larvarias de las garrapatas en las praderas, de forma que estas solo pueden ser reintroducidas con el ingreso de animales infectados. En regiones libres o marginales para cada especie de garrapata, el ecosistema es inhóspito para su supervivencia permanentemente o durante ciertas épocas del año; la recontaminación de las praderas se da por la ocasional inmigración de bovinos infectados. En estas regiones no es factible lograr una situación de estabilidad enzoótica para los hemoparásitos. Cada reintroducción accidental de garrapatas generalmente estará asociada con algunos casos de FG en los animales adultos.

En zonas donde el ecosistema es altamente favorable para la garrapata (por componentes de alta temperatura y humedad), los ganaderos usualmente tienden a utilizar animales con diversos grados de mestizaje con la raza Cebú, por su mayor resistencia a la garrapata, pero también por el estrés calórico. Allí generalmente ocurre estabilidad enzoótica de hemoparásitos con circulación del organismo en los animales adultos, que son portadores subclínicos, y por la escasa ocurrencia de casos de enfermedad clínica (Benavides 2002).



**Figura 5.** Factores que afectan el ciclo de vida de la garrapata del ganado. Modelo poblacional propuesto originalmente por Sutherst *et al.* (1978).

Fuente: Sutherst *et al.* 1978.

Bajo estas condiciones, se tienen situaciones en las cuales se pueden hallar animales positivos a los hemoparásitos en casi todas las fincas de una zona, con una frecuencia variable de frecuencia dentro de fincas, pero muy escasa ocurrencia de enfermedad clínica. Aquí es necesario diferenciar el tema de la infección de la ocurrencia de enfermedad. Como se detalló antes, esa estabilidad puede llegar a romperse si se hace un uso muy intenso de tratamientos garrapaticidas al ganado.

La movilización de animales entre zonas endémicas y no endémicas está asociada con la mayoría de brotes de la enfermedad, bien sea por entrada de animales infestados a zonas sin garrapata, o por el traslado de animales susceptibles a zonas endémicas. Esta situación se da a pesar de que los animales son tratados con garrapaticida previo al movimiento, pues debido a la amplia resistencia a estos compuestos, la protección no es completa.

## Otras situaciones clínicas similares a la FG

Tal cual se ha presentado, la FG se expresa clínicamente en diversos gradientes de severidad, de acuerdo con las condiciones individuales y poblacionales reseñadas. Sin embargo, se debe considerar que la FG puede obedecer a la infección con varios agentes etiológicos; además de signos comunes, se tienen algunos signos diferenciales para uno u otro agente, que podrían ser diferenciados por personal experto (tabla 3) y adicionalmente requieren el soporte diagnóstico de laboratorio. A pesar de que por lo general son considerados como entidad única a nivel de campo, las diferencias clínicas pueden ser más claras en la medida que se presenten casos más severos, pero la ayuda diagnóstica siempre será determinante.

La ocurrencia de casos febriles en el ganado, asociados con exposición a garrapatas y que se presentan acompañados de diversos signos clínicos que pueden variar en intensidad, incluyendo decaimiento, fiebre, anemia, ictericia, inapetencia, parálisis de panza, constipación, baja de producción de leche, aborto y en casos extremos la muerte de uno o varios animales, deben crear una sospecha de ocurrencia de FG en una finca.

En situaciones de trópico bajo, además de la anaplasmosis y babesiosis, en regiones donde ocurren tábanos, puede haber transmisión permanente de *Trypanosoma vivax* en el ganado. En Colombia, actualmente se considera que la región Caribe, los valles interandinos y la orinoquía inundable, son regiones endémicas para la tripanosomosis bovina. El organismo es también endémico en diversas regiones de Sudamérica,



particularmente en la orinoquía venezolana, la región del pantanal en Brasil y el piedemonte amazónico de Bolivia (Dávila y Silva 2000, Otte y Abuabara 1991).

**Tabla 3.** Condiciones de campo que sugieren la ocurrencia de enfermedad hemoparasitaria en bovinos.

Condición	Cuadro clínico	Aspectos epidemiológicos	Organismos implicados
Brote de FG (típico)	Casos febriles asociados con anemia y muerte súbita de animales de levante o adultos. En ocasiones, cursa con hemoglobinuria o signos nerviosos.	Animales sin exposición previa que tuvieron reciente contacto con garrapata o transmisión iatrogénica o ruptura de estabilidad enzoótica.	<i>Babesia bigemina</i> <i>Babesia bovis</i> <i>Anaplasma marginale</i>
Síndrome consuntivo	Bóvidos adultos de regiones tropicales que pierden condición y poseen bajo desempeño productivo.	Generalmente existe interacción entre agentes infecciosos y no infecciosos (desnutrición, agentes tóxicos) y el organismo aprovecha la ruptura inmunitaria de los animales.	<i>Trypanosoma vivax</i> <i>Anaplasma marginale</i> (crónica)
Oleadas de abortos	Proporción importante de abortos ocurriendo en un período de 4 - 6 semanas, asociado con mala condición de las vacas y terneros débiles.	Presencia de tábanos y circulación del hemoparásito en animales de la región. Épocas de alta precipitación pluvial (los brotes ocurren cada 4 - 5 años).	<i>Trypanosoma vivax</i>

Fuente: Benavides et al. 2012.

## Presencia y dinámica de las garrapatas

La posibilidad de completar el ciclo de vida y la sostenibilidad de la garrapata *R. (B.) microplus* en un territorio, depende de la presencia de bovinos (figura 6). Dicho ciclo de vida comprende cuatro estadios: huevo, larva, ninfa y adultos (machos y hembras, morfológicamente diferentes); los huevos son colocados en el suelo y una vez que emergen las larvas,

*La presencia de las garrapatas infectadas es crítica para asegurar la transmisión de los agentes, lo que en ocasiones lleva a la presentación de la enfermedad. El entendimiento de la manera como las garrapatas llegan y se establecen, así como de las condiciones necesarias para que ellas puedan completar su ciclo de vida, son claves para el manejo de la FG.*

estas se ubican en la parte superior de las hojas de los pastos y plantas, en espera de un huésped apropiado. Una vez localizado un huésped, las larvas empiezan a alimentarse de sangre, recurso rico en proteína esencial para el desarrollo de las garrapatas.



**Figura 6.** Descripción comparativa del ciclo de vida de las garrapatas de la familia *Ixodidae*, de uno y de tres huéspedes.

**Fuente:** Benavides y Romero 2001.

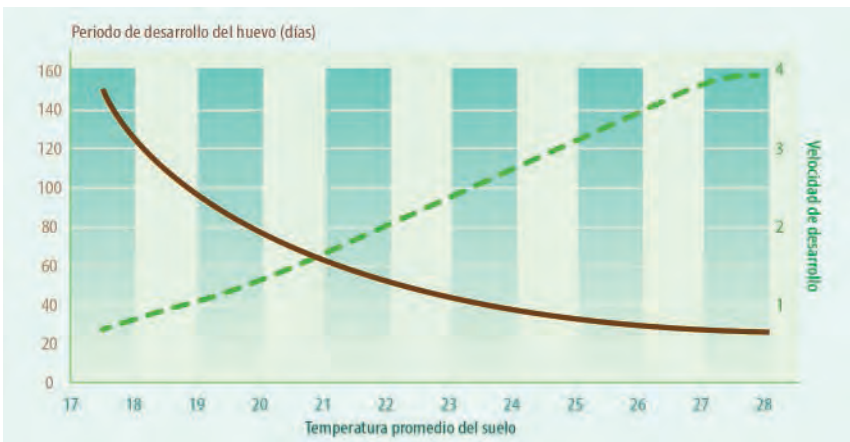
El ciclo de vida de una garrapata se inicia cuando las larvas se adhieren a un animal. Para la garrapata *R. microplus*, la fase de desarrollo en el huésped dura entre 19-25 días, luego de lo cual las hembras repletas se desprenden a colocar huevos en el suelo (cada garrapata puede producir hasta 3 000 huevos). Luego de aproximadamente un mes bajo condiciones climáticas favorables (temperaturas del suelo superiores a 25 °C y alta humedad relativa) aparecen las larvas que tienen el tamaño de la punta de un alfiler, con tres pares de patas, ubicadas sobre el borde del pasto en masas de miles de individuos (figura 3). Una vez que han localizado un animal donde alimentarse, luego de una semana sobre el bovino (cuando son prácticamente no detectables) mudan al estadio de ninfa (con cuatro pares de patas), las cuales ya es posible observar como pequeños granos de color entre gris-azul oscuro de 1-2 mm de tamaño. En la figura 7 (lámina A) se observan larvas y ninfas de la garrapata. Estas garrapatas, luego de una semana adicional, mudan a adultos figura 7 (B); una semana más tarde, la garrapata hembra ingurgitada (llena de sangre) alcanza un tamaño hasta de 8 mm y está lista para desprenderse del animal para comenzar a poner huevos en el suelo (Benavides y Romero 2001).



**Figura 7.** Reconocimiento de diversos grados de llenado (ingurgitación) de la garrapata común del ganado.

**Fuente:** Benavides y Romero 2001.

Mientras el ciclo de vida sobre el animal es relativamente constante, la velocidad de desarrollo de las fases que ocurren en la pradera depende de la temperatura del suelo (figura 8). Esto es explicado por un término utilizado en ecología, que es el de *preferendum*, el cual corresponde al valor o gradiente de una variable, notablemente la temperatura, bajo la cual una especie puede alcanzar su óptimo desarrollo. El *preferendum* térmico de la garrapata del ganado fue determinado en condiciones de Australia (Snowball 1957). La temperatura óptima para la fase no parasítica es de entre 24 °C y 28 °C, condiciones bajo las cuales el período de desarrollo adulto-huevo es más corto, 30 días. A medida que la temperatura del suelo descende, la duración de la fase se alarga. A los 20 °C la fase dura 80 días y a 18 °C toma 120 días y más para darse este desarrollo. A temperaturas inferiores a 17,5 °C, el desarrollo no ocurre.



**Figura 8.** Duración promedio del desarrollo de huevos de la garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* y velocidad diaria de desarrollo, según la temperatura del suelo.

**Fuente:** Adaptada de Snowball 1957.

El *preferendum* explica la presencia y persistencia de las garrapatas en una región dada y en ecología y epidemiología espacial, brinda las bases para estimar la favorabilidad del hábitat para la reproducción de una especie dada (Estrada Peña 2001<sup>a</sup>, Estrada Peña *et al.* 2005). Por todo lo anterior, se resalta que la subsistencia de la garrapata dependerá de la presencia del bovino, donde tiene un ciclo de vida relativamente estable, pero las variaciones importantes en longitud del ciclo y la cantidad de parásitos, depende de los factores detallados en la figura 5.

Los escenarios epidemiológicos de presentación de la enfermedad reseñados en la sección anterior daban cuenta de la relación entre presencia de garrapatas en los animales, grado de infestación, velocidad de transmisión de la enfermedad y presentación clínica de la enfermedad. En este aparte, entender la presencia de garrapatas bajo diferentes condiciones de manejo y clima, complementa la explicación de lo que ocurre en regiones donde las garrapatas son relativamente permanentes sobre el ganado, como por ejemplo la mayoría de regiones del trópico americano, donde la intensidad de infestación por garrapatas depende de diversos factores de manejo animal y de la administración de las praderas y forrajes para el ganado.

Como síntesis, se resalta que:

- Aunque las garrapatas son endémicas en algunas regiones de los países tropicales y subtropicales, estas no están presentes en todas las zonas, pues necesitan condiciones climáticas y la presencia de bovinos para completar su ciclo.
- La duración del ciclo de las garrapatas varía de acuerdo con la temperatura y humedad de los micro hábitats. Las garrapatas no sobreviven a condiciones extremas de temperatura y humedad. Además, la duración del ciclo en el suelo puede cambiar, según la temperatura.
- En países ecuatoriales, la temperatura depende de la altitud y en países subtropicales, dependerá de las estaciones.

## Impacto económico del problema

El impacto económico está fuertemente ligado a la epidemiología de la enfermedad y se puede distribuir en pérdidas directas e indirectas (figura 9) (Benavides *et al.* 2015).

Las pérdidas directas son proporcionales a la ocurrencia de enfermedad, que está asociada con la introducción o incremento de la población de garrapatas y con la proporción de animales parasitados que desarrollen enfermedad; es decir, con el escenario epidemiológico en el cual se ubique

la población animal. Sin embargo, el problema y el efecto negativo ocurren cuando las poblaciones de garrapatas aumentan y cuando corresponde al primer contacto con el hemoparásito. Así pues, en situaciones de primera introducción o de inestabilidad enzootica y en animales susceptibles es mayor la pérdida directa, debido a que los casos clínicos pueden terminar en mortalidad dramática, pero también se producen pérdidas directas como consecuencia del retardo en el crecimiento de los animales, abortos en el último tercio de la gestación, efectos reproductivos en machos y hembras, y otros efectos por causa de la presencia de garrapatas como daño en piel y molestia permanente que afecta el comportamiento y bienestar del animal, entre otros. En situaciones de endemidad estable, el impacto económico directo es pequeño y se presenta cuando se rompe la estabilidad por diferentes factores, tales como cambios en el ecosistema (clima), introducción de animales susceptibles, modificaciones del sistema productivo o la generación de situaciones de estrés en los animales, lo cual puede conducir a una pérdida de la inmunidad en algunos individuos de la población (Coleman *et al.* 2001, Mahoney y Ross 1972).

*Las pérdidas directas están asociadas con la presentación de la enfermedad, por lo que requiere entender su epidemiología. Las pérdidas indirectas siguen las reacciones humanas, entre ellas el control de las garrapatas y de la enfermedad. La decisión racional busca minimizar las pérdidas.*



**Figura 9.** Esquema de pérdidas asociadas con la ocurrencia de FG.

Por otro lado, el impacto económico indirecto proviene, por un lado, del costo del tratamiento para casos clínicos, pero especialmente por los gastos incurridos en el control de las garrapatas y otros vectores, haciendo especial énfasis en acaricidas. Complementariamente, el impacto económico indirecto puede estar asociado con limitaciones para emplear razas de mayor productividad en zonas endémicas, restricciones comerciales de animales entre zonas y países, residuos de acaricidas en productos de origen animal (leche y carne), entre otros.

Las pérdidas se concentran inicialmente a nivel de individuos y granja, pero se agregan a nivel regional según sea la epidemiología de la enfermedad, generando las pérdidas directas en cadena, tanto en la economía sectorial como en la regional. En esa misma línea, dado el endemismo de la garrapata en regiones tropicales y subtropicales las pérdidas indirectas son cuantiosas, debido a actividades de gestión de riesgos basadas en el uso de acaricidas; en zonas donde no están las garrapatas, los costos de control se incrementan por la necesidad de vigilancia y medidas preventivas para el ingreso. Aunque raramente se cuantifican, se deben destacar las pérdidas indirectas por ingresos no percibidos o por las ineficiencias en el sistema de producción primaria o a lo largo de la cadena que están vinculadas a las medidas de gestión de riesgos, las cuales además de los costos de control, incluyen ineficiencias, como la necesidad de emplear animales de menor selección en los sistemas productivos por ser genéticamente más resistentes a la garrapata, o consecuencias diversas debido al riesgo de ocurrencia de residuos de acaricidas en carne o leche, entre otros.

Estimaciones sobre el impacto económico de la FG parten de escenarios como el de los Estados Unidos donde la enfermedad fue erradicada entre 1906 y 1961, y el mantenimiento de esa población libre de la babesiosis bovina es un importante asunto de salud animal. Estimativos indican que la industria ganadera de EE. UU. se ha ahorrado al menos 3000 millones de dólares anuales, desde que el territorio fue declarado libre de las garrapatas transmisoras de la babesiosis bovina (Pérez de León *et al.* 2012). Otros estimativos globales sobre las pérdidas causadas por las garrapatas y enfermedades transmitidas incluyen el concepto de expertos de FAO (de Castro 1997) que reporta pérdidas entre USD 13,9 a USD 18,7 billones, o procedentes de las condiciones de la ganadería de Brasil de USD 3,24 billones anuales, entre otros (Grisi *et al.* 2014, Manjunathachar *et al.* 2014, Valente *et al.* 2014).





2

## El cambio climático y las garrapatas







# 2 El cambio climático y las garrapatas



*El cambio climático (CC) es el resultado del incremento promedio de las temperaturas del aire y de los océanos. Como resultado de ello, los patrones de lluvia y temperatura cambiantes en las diferentes regiones, entre otros, tienen y tendrán significativos efectos en los problemas de salud animal y se ha resaltado especialmente en las enfermedades animales transmitidas por vectores (Pinto et al. 2008). El CC es una realidad que está afectando al planeta, en particular en las regiones tropicales y subtropicales del hemisferio en donde están ocurriendo cambios importantes. Ahora, es muy claro que el clima de la tierra está cambiando en respuesta a las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por las actividades humanas; las temperaturas medias globales anuales han aumentado 0,7 °C en el último siglo (Blaustein et al. 2010).*

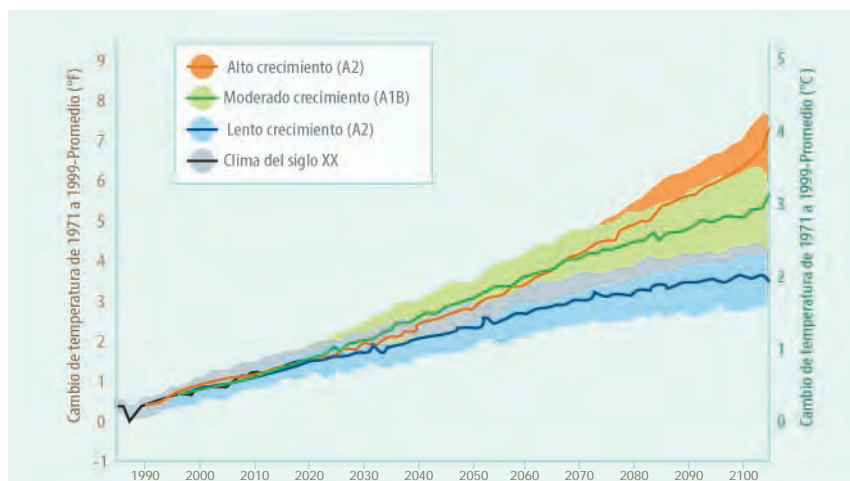
*El cambio climático genera un entorno que potencialmente modificará el rango geográfico propicio como hábitat para las garrapatas, tendrá efecto en la duración del ciclo de vida de tales parásitos e implicará modificaciones en el manejo y en los sistemas de producción. Lo anterior invita a entender la situación y adaptar las estrategias de manejo de la FG.*

Algunas predicciones sobre el tema indican que para las regiones de Centro y Sudamérica, incluida la Amazonia, las temperaturas podrían incrementarse en algo más de un grado centígrado para el año 2020, valor que podría llegar hasta tres grados de incremento para el año 2050 (Ruosteenoja et al. 2003). Al mismo tiempo, las predicciones indican que

los cambios en precipitación pluvial serán más intensos, pasando de condiciones de extrema sequía a condiciones de fuertes precipitaciones, trayendo consigo las consecuentes inundaciones.

Otras proyecciones (Blaustein et al. 2010) indican que el clima del planeta cambiará aún más dramáticamente en el próximo siglo. Las temperaturas medias anuales mundiales se prevé que aumenten entre 1,1 y 6,4 °C para el 2100. Los mayores aumentos se proyectan para las altas latitudes del norte, donde las temperaturas medias anuales podrían aumentar más de 7,5 °C.

La figura 10 muestra una simulación de la temperatura global para tres escenarios posibles, con base en la información y aplicación web del Global Climatic Dashboard - National Oceanic and Atmospheric Administration [Estados Unidos] (disponible en <https://www.climate.gov/maps-data>). La línea negra muestra el promedio de diversas simulaciones de la temperatura global en el siglo XX, en comparación con el promedio de 1971-1999, y las líneas de color muestran los cambios de temperatura proyectados en el siglo XXI para tres posibles escenarios de emisiones de alto, bajo y moderado crecimiento. Las áreas sombreadas indican una desviación estándar a partir de las series de modelos individuales.



**Figura 10.** Simulación de temperatura global en el siglo XXI para tres escenarios probables.

**Fuente:** Elaborado con base en el Global Climatic Dashboard – National Oceanic and Atmospheric Administration (Estados Unidos), disponible en <https://www.climate.gov/maps-data>.

El efecto del cambio climático en la presentación de zoonosis y enfermedades transmitidas por vectores, es un tema que ha despertado gran interés en el siglo XXI (Romero y Soler 2012). Los artrópodos son altamente sensibles a los cambios ambientales y de temperatura, con ello los respectivos efectos en la presentación de las enfermedades que dependen de ellos para su transmisión y permanencia (Pinto *et al.* 2008, Beard *et al.* 2016). En ese sentido, el ampliar el rango de condiciones ecológicas que favorezcan la permanencia de las especies en el ecosistema, tendrá su efecto en las probabilidades de presentación de enfermedad.

Desde la perspectiva del cambio climático, las garrapatas son parásitos de gran interés; por un lado, por la dependencia a las condiciones del ambiente para supervivencia y ciclo de vida, y también por la necesidad del huésped obligado (en este caso particular, los bovinos) (Léger *et al.* 2013).

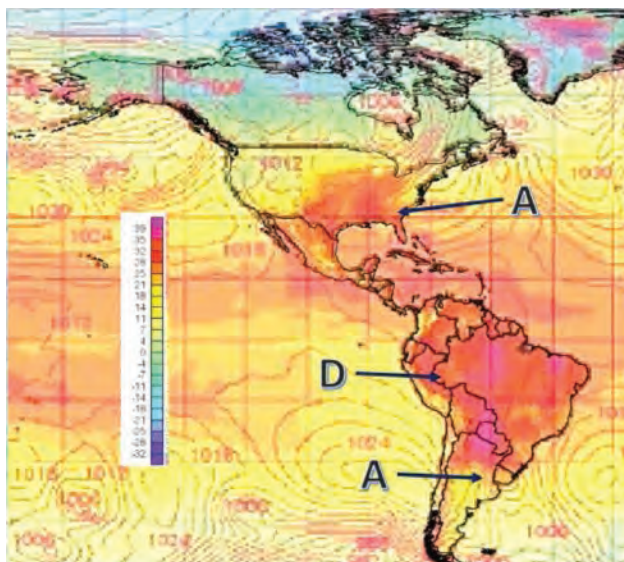
El cambio climático puede llegar a modificar la distribución geográfica de las garrapatas, como resultado de los cambios en las condiciones de temperatura y humedad haciendo que regiones que previamente no eran favorables para la supervivencia de las fases no parasíticas en el suelo, ahora se encuentren dentro del *preferendum* requerido para cada especie de garrapata. Esa conveniencia de los ecosistemas es factible inferirla mediante la generación de modelos y puede predecirse a partir de datos satelitales, utilizando un parámetro que se conoce como la Favorabilidad del Hábitat (Estrada Peña 2001b). La cobertura vegetal de los territorios y el historial acumulado de temperatura y humedad, además de otros factores climáticos, contribuyen a la determinación de esa favorabilidad (Estrada Peña 1999, Estrada Peña *et al.* 2006, Wang *et al.* 2016).

La favorabilidad climática en el ecosistema (explícitamente, el incremento de la temperatura del suelo) incrementa la probabilidad de sobrevivencia de la etapa no parasítica en el suelo. Esta parte del ciclo transcurre desde las hembras de garrapata repletas que buscan un lugar apropiado para ovipositar en el suelo, pasando por los huevos, los que bajo condiciones apropiadas se convertirán en larvas que treparán a las hojas del pasto en búsqueda de un nuevo huésped (Evans 1978, Snowball 1957). La longitud de esas fases de desarrollo depende de la temperatura, por lo que en zonas marginales la duración de la fase no parasitaria en el suelo es más prolongada que en zonas favorables.

La temperatura del suelo es el principal factor que puede afectar la sobrevivencia y el establecimiento de la garrapata, una vez que llega a un nuevo ecosistema. La temperatura del suelo, además de la humedad, dependen ampliamente de la cobertura vegetal y factores de hidrología y oxigenación del suelo (Forsythe 2002). La lluvia y la circulación del agua ayudan a enfriar el suelo, que en promedio será 1 °C menos que la temperatura ambiental. Por otro lado, también el cambio climático tiene efectos negativos en la sobrevivencia de las garrapatas, estas no sobreviven a inundaciones o temperaturas bajas permanentes (Benavides *et al.* 2015).

Modelos predictivos construidos a partir de bases de datos satelitales proveen una ayuda importante en la determinación de las prioridades de investigación sobre el terreno; por una parte, en la focalización de regiones donde se requiere adelantar investigaciones bioecológicas y epidemiológicas de comprobación de esa aptitud del hábitat, y por otra parte, en la definición del tipo de comprobación requerida, que generalmente se relacionará con la comprobación del *preferendum* del parásito o con el establecimiento de causas de posibles introducciones accidentales.

Tomando como base los datos climáticos para el período desde 1950 hasta 1999, se construyeron modelos de predicción retrospectivos y se determinaron los efectos del clima sobre la favorabilidad climática para la garrapata *R. (B.) microplus* (Estrada Peña *et al.* 2005). Se indicó que cambios a corto plazo en el clima pueden conducir a posibles situaciones de inestabilidad enzoótica, con cambios repentinos en la idoneidad del hábitat para la garrapata en zonas específicas de la región con posibles eventos de introducción y eliminación del parásito; pero también se sugiere que factores abióticos como el clima pueden convertir a regiones actualmente inhóspitas para *R. microplus*, en zonas con mayor favorabilidad de hábitat para esa especie (figura 11).



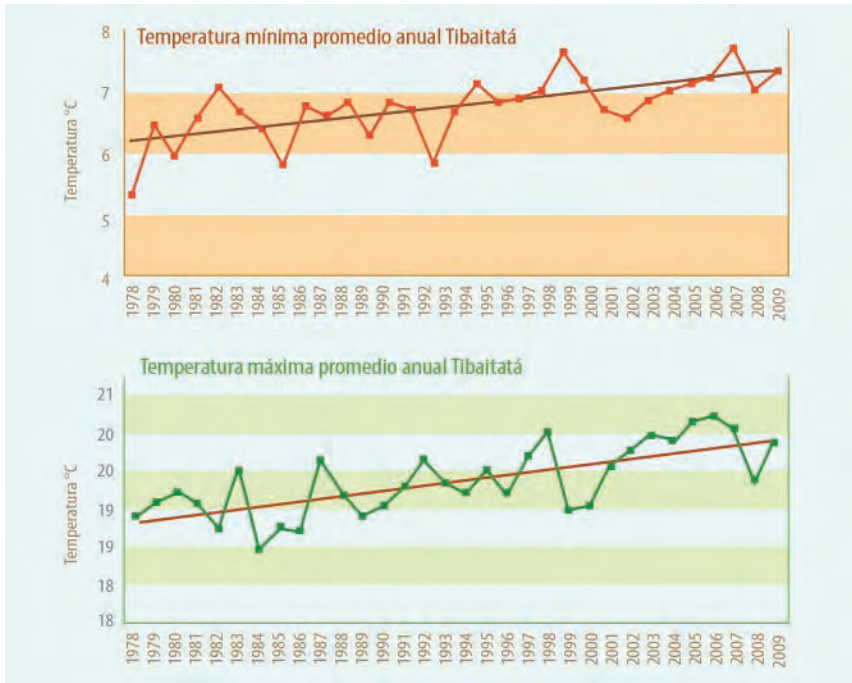
**Figura 11.** Cambio de favorabilidad de hábitat para la garrapata *R. microplus* en las Américas.

**Fuente:** Elaborada con base en las predicciones de Estrada Peña *et al.* (2005), temperatura calculada con base en <https://www.meteoblue.com/en/weather/map/2mtemperature/world>, utilizando DIVA-GIS.

En la figura 11 se muestran cambios en la temperatura actual a nivel del suelo del continente americano con base en temperaturas calculadas desde <https://www.meteoblue.com/en/weather/map/2mtemperature/world> y muestra regiones de favorabilidad de hábitat para la garrapata *R. microplus* en aumento (A) en el subtrópico en Florida y la costa del Golfo en Norteamérica y al sur del Río de La Plata en Sudamérica, y de disminución (D) de acuerdo con las predicciones de Estrada Peña *et al.*

(2005). Se destaca que el clima por sí solo no debe ser considerado como la única fuerza motriz en una expansión hipotética de *R. microplus* fuera de sus actuales límites de distribución corriente; también existen factores antropogénicos, entre ellos la movilización de animales.

El análisis teórico de escenarios puede también ayudar a estimar riesgos potenciales del cambio climático. En un estudio realizado en relación con los altiplanos de Colombia (Benavides *et al.* 2015); se trabajó con base en los escenarios fisiográficos de los altiplanos cundiboyacense y nariñense, y el oriente antioqueño, estudiando los rangos de temperatura reportados para estas regiones. Se concluyó que no todos los altiplanos poseen el mismo riesgo. En el caso de la sabana de Bogotá, acorde con lo informado por Rojas (2011) se ha incrementado la temperatura del aire en algo más de un grado centígrado (figura 12). Sin embargo, el análisis de escenarios (tabla 5) indica que los altiplanos de origen volcánico poseen mayor riesgo de ser colonizados por la garrapata, debido a que los de origen lacustre tenderán a sufrir de inundaciones en épocas de alta precipitación. Por otra parte, la movilización de animales, relacionada con el sistema de producción, juega un papel importante como riesgo de introducción.



**Figura 12.** Evolución de la temperatura mínima y máxima del aire registrada en el centro de investigación Tibaitatá, localizado en la Sabana de Bogotá, Colombia.

**Fuente:** Adaptada de Rojas 2011.

En el caso de incrementarse la distribución de la garrapata *R. (B.) microplus* a nuevas áreas, esto terminará en ocurrencia de brotes esporádicos o frecuentes de FG, con grado diverso de mortalidad y morbilidad, dependiendo de la inmunidad previa de la población animal a los hemoparásitos y la distribución de grupos de edad en la población.

En los últimos treinta años y con particular interés en la última década, la preocupación sobre los efectos del cambio climático en la distribución espacial de las garrapatas ha hecho parte del debate (Benavides *et al.* 2015, Estrada-Peña 2001, Gubler *et al.* 2001, Léger *et al.* 2013, Sutherst 2004, Feria-Arroyo *et al.* 2014, Giles *et al.* 2014). La evidencia demuestra que en virtud del CC, las garrapatas a través de los bovinos están llegando a zonas que antes no llegaban, y debido a las modificaciones del ecosistema, se están estableciendo y sobreviviendo.

La evidencia en el ámbito mundial permite señalar que diferentes especies de garrapatas se han movido desde los trópicos hacia el norte y a zonas más altas (Sutherst 2004, Süss *et al.* 2008). Esto indica que las garrapatas están ampliando su espectro geográfico de distribución, y el problema de FG y por ende su impacto económico, constituye un riesgo creciente.

Por otro lado, el CC puede llegar a afectar la dinámica poblacional de bovinos, pues situaciones extremas pueden estropear las praderas y generar necesidad de movilizar animales (los que son fundamentales para transportar garrapatas); y como se afirmó anteriormente, la sobrevivencia y reproducción de la garrapata depende de su interacción obligada con el bovino durante la fase de su ciclo en él. Esta interacción, indispensable para la garrapata, también genera en el huésped reacciones fisiológicas e inmunológicas que se traduce en los efectos individuales y poblacionales descritos antes, por lo cual el CC puede traer como consecuencia la presencia de FG en nuevos territorios.

**Tabla 4.** Principales factores de riesgo que podrían estar involucrados con la colonización de la garrapata del ganado en el trópico alto.

Riesgo	Alto	Medio	Bajo
Temperatura máxima del suelo (°C)	18-22	15-18	12-15
Origen fisiográfico	Volcánico	Volcánico	Lacustre
Movilización animal	Frecuente	Media	Hato cerrado

En síntesis, el cambio climático modifica la presencia y sobrevivencia de garrapatas, la cual depende del clima, particularmente humedad y temperatura (Estrada-Peña *et al.* 2005, Gray 1991, Vassallo *et al.* 2000), pero también de la presencia abundante de huéspedes (Gilot y Perez-Eid 1998, Gray 1998). Aún más, se enfatiza el concepto de que dadas

las habilidades de dispersión de una garrapata (que por sí misma es muy limitada), los patrones de colonización también son altamente dependientes de los huéspedes a los cuales afectan, particularmente los bovinos y su movilización (Falco y Fish 1991, Léger *et al.* 2013).

La figura 13 presenta esquemáticamente los posibles efectos del cambio climático sobre la garrapata. Los cambios en la temperatura, la humedad y los patrones de lluvias generan efectos directos determinantes para que las garrapatas puedan completar su ciclo biológico. También generan efectos indirectos en la medida en que afectan los movimientos de bovinos, la tasa de contacto entre ellos y los sistemas productivos, incluyendo el sistema de alimentación y manejo de forrajes, que también es importante dentro del ciclo de vida de la garrapata.



**Figura 13.** Efectos directos e indirectos potenciales del cambio climático en el ciclo de vida de la garrapata.

La presión por expansión de la ganadería, la creciente demanda de productos de origen animal y la intensificación de los sistemas productivos y la dinámica del comercio de animales vivos, está favoreciendo las posibilidades de la introducción de las garrapatas en territorios donde normalmente no estaban. Pero aún más, las modificaciones ecosistémicas están haciendo que la garrapata del bovino en el hemisferio se establezca en zonas de altura en países ecuatoriales y se mueva más al sur y al norte en países subtropicales, donde las razas de origen europeas más susceptibles son la base genética para producción.







3

## Gestión del riesgo sanitario





# 3 Gestión del riesgo sanitario



En esta sección se parte conceptualmente de que un programa sanitario “es la formalización por escrito y explícita de una serie sistemática de **decisiones** en torno a la preservación de la salud y la lucha contra las enfermedades en un contexto específico y con alcance definido” (Romero 2015).

En este escenario, las decisiones sanitarias se dirigen hacia la identificación y aplicación de acciones que logren que el impacto económico de la enfermedad sea el mínimo posible. Esto implica en el caso particular, el entendimiento del problema (FG) desde una mirada poblacional y exige el entendimiento del entorno geográfico y climático en el cual la cadena de valor está fundada.

*La gestión del riesgo parte de comprender la epidemiología de la enfermedad y la dinámica de las garrapatas en los diferentes escenarios. Partiendo de las probabilidades e impactos, las acciones de gestión deben buscar minimizar las pérdidas mediante acciones de manejo que deben ser decididas en equipo -productor y asesores técnicos- y basadas en evidencia.*

En el caso de la FG, se tendrían acciones orientadas a disminuir pérdidas directas, es decir, acciones que minimicen las posibilidades de aparición de animales con manifestaciones clínicas (agudas o crónicas en los diferentes gradientes) y que, si existen, sean en el menor número y con las mínimas consecuencias posibles. Se llama la atención al lector para que recuerde el efecto que tiene el

cambio climático en zonas originalmente libres o en frontera con otros escenarios epidemiológicos, y en las cuales el riesgo de pérdidas directas es alto.

El programa sanitario también debe concentrarse en disminuir las pérdidas indirectas que en este caso tienen una alta concentración en la estrategia de gestión de riesgos, en gran parte orientada al control de las garrapatas.

La gestión de riesgos sanitarios debe estar basada en evidencia y por lo tanto, en el estudio de riesgo. El enfoque epidemiológico y las particularidades poblacionales, tanto de los bovinos como de los parásitos, serán elementos fundamentales.

## Base racional de decisión de gestión del riesgo

Aunque el problema de la FG corresponde a los efectos de hemoparásitos, el manejo de la población de garrapatas es la clave fundamental en la gestión del riesgo. Las características descritas respecto a la interacción de los bovinos, las garrapatas y los hemoparásitos para la ocurrencia de la FG y su dinámica en relación con las variables climáticas y el efecto de las decisiones productivas del ganadero, determinarán la ubicación de la explotación dentro de uno de los escenarios epidemiológicos descritos en párrafos previos.

En ese orden de ideas, la gestión del riesgo se debe sustentar en la situación poblacional que configura tales escenarios epidemiológicos y que puede terminar en ocurrencia variable de FG (tabla 6):

- Endemicidad estable o estabilidad enzoótica
- Endemicidad inestable o inestabilidad enzoótica
- Casos esporádicos de introducción accidental
- Zona libre

**La endemicidad estable** se configura por pocos bovinos susceptibles y cargas de garrapatas bajo control, y corresponde a los sistemas ganaderos tropicales basados en razas cebuinas, con pocas pérdidas directas.

**La endemicidad inestable** se estructura por diferentes condiciones. En forma general, puede corresponder a zonas ecológicas poco propicias para que las garrapatas completen su ciclo en el suelo (aspecto modificado fuertemente por el cambio climático), con el establecimiento ocasional de garrapatas en las praderas, contando con la presencia de animales que están moviéndose entre condiciones inmunológicas de susceptible a inmune y de nuevo susceptible (dependiendo de la raza e historial de exposición a garrapatas), y por confluencia de condiciones variables, fluctuando la población de garrapatas desde medianas a altas infestaciones y a una clara ausencia. Esta condición de inestabilidad también ocurre en sitios donde se hace un uso muy intenso de medidas de control de garrapatas y las poblaciones tienen eventuales explosiones poblacionales asociadas con descuidos en los esquemas de control, o por la aparición de resistencia a los garrapaticidas. Esta situación

epidemiológica se caracteriza por brotes esporádicos o epidémicos que se expresan con altas pérdidas directas, cuando ellos ocurren.

**Tabla 5.** Síntesis de escenarios epidemiológicos y la presentación de FG poblacionalmente.

Escenario epidemiológico	Fiebre de la Garrapata	Hemoparásitos	Garrapatas	Exposición temprana	Base conceptual
Estabilidad enzoótica	Muy baja	Circulación constante	Presente 20-50	Alta	Coinfección e inmunidad
Inestabilidad enzoótica	Media alta	Variable	Presencia esporádica	Reducida	Desbalance huésped-parásito
Casos esporádicos	Esporádica	Bajo poblacional	Pocas	Muy baja	Introducción accidental

**Casos esporádicos de introducción accidental**, situación que está asociada con la movilización de animales infestados con garrapatas que, independientemente de las características climáticas de las praderas adonde llegan, llevan consigo garrapatas que sí logran completar su ciclo de vida en el suelo, pudiendo llegar a producir un brote esporádico de FG en esa finca.

**Zonas libres** en las cuales, debido a la ausencia de contacto con las garrapatas, los animales suelen ser extremadamente susceptibles, existiendo condiciones ambientales que no permiten completar el ciclo de vida y por ende, facilitan la presentación de la enfermedad. La presencia de brotes de FG en estas regiones se limita a las introducciones accidentales, generalmente asociadas con introducción de animales infestados o fómites, como henos cosechados en praderas infestadas con larvas. Esta ocurrencia fortuita de enfermedad, generalmente se asocia con pérdidas directas altísimas.

Con el liderazgo del productor y la asesoría técnica del profesional, se busca tomar la decisión racional de mínimo costo. Para ello, se debe partir del entendimiento del escenario epidemiológico y desde allí se persigue el balance apropiado entre pérdidas directas e indirectas. El principio técnico es mantener a la población parasitaria en el nivel de daño mínimo, lo cual dependerá de factores específicos de los animales, del sistema productivo y del ecosistema.

Las pérdidas directas son determinadas por la ocurrencia de la FG (tabla 5) y las indirectas inician por el manejo dado a los casos clínicos. No obstante, el grueso de las pérdidas indirectas está concentrado en las decisiones de manejo de la población de garrapatas que involucra erogaciones asociadas con el uso de insumos y servicios, y en ingresos no recibidos por ajustes propios del sistema productivo.

Esto último corresponde a ingresos potenciales no percibidos, principalmente por la limitación de usar animales de alta selección (razas europeas), acceso limitado de animales vivos provenientes de zonas endémicas y ajustes del sistema productivo, como el manejo de praderas que pueden limitar la expresión óptima productiva que se daría en ausencia del problema.

Más aún, el mal manejo de las estrategias de control disponibles puede redundar en pérdidas indirectas adicionales, tal como se ha señalado antes, asociadas con la resistencia a acaricidas, y también a restricciones comerciales debido a residuos de acaricidas en leche o carne, y efectos en salud pública, entre otras.

## Gestión del riesgo en escenarios cambiantes

En coherencia con lo planteado antes, el entendimiento del escenario epidemiológico y los patrones específicos de cada finca son cruciales para encontrar el equilibrio apropiado de minimización de pérdidas directas e indirectas y con ello, la mejor decisión de acción. No obstante, definir recomendaciones estáticas implicaría desconocer que se está frente a escenarios cambiantes, donde el CC constituye un factor de modificación determinante (tabla 6). Los ajustes a la estrategia deberán seguir la dinámica de tales cambios y sus efectos en los escenarios epidemiológicos descritos. El equipo productor y asistente técnico, basado en la evidencia, deberá ponderar el efecto de los cambios y revisar los ajustes a las estrategias escogidas.

**Tabla 6.** Síntesis de los cambios que desde la triada epidemiológica generan modificaciones en los escenarios epidemiológicos.

Escenario epidemiológico	Ambiente	Agente	Huésped
Estabilidad enzoótica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Variaciones climáticas modifiquen ciclo de vida, sistema productivo (praderas, etc.) y movimiento animales</li> <li>Sistema productivo-Razas</li> <li>Manejo de acaricidas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nuevos agentes en garrapatas</li> <li>Patogenicidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estrés y cambio de inmunidad</li> </ul>
Inestabilidad enzoótica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Variaciones climáticas población de garrapatas y ciclo de vida</li> <li>Forrajes importados</li> <li>Introducción de animales con garrapatas</li> <li>Manejo de acaricidas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Presencia inestable y variabilidad de agentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Movimiento de animales</li> <li>Alta susceptibilidad Poca exposición temprana</li> </ul>

### ¿Qué variables rompen una condición de estabilidad enzoótica?

- Variaciones climáticas que modifiquen las condiciones de estabilidad del ciclo de vida de la garrapata, modifiquen el manejo de potreros, modifiquen el manejo animal y su tasa de contacto, o que impliquen movimiento de animales entre zonas.
- Modificación del grado de mestizaje con razas europeas *Bos taurus* en la carga genética de animales, modificando la resistencia natural poblacional a la garrapata.
- Llegada de animales susceptibles a garrapatas y a los hemoparásitos, que generan desequilibrios poblacionales y casos clínicos.
- Casos clínicos asociados con situaciones de estrés de los animales, que llevan a rompimiento de la inmunidad que genera la estabilidad.
- Mal manejo de acaricidas y con ello, el posible desarrollo de resistencia a los acaricidas. Es importante destacar que un factor de riesgo relacionado con este componente es la alta o exclusiva dependencia en los métodos químicos para el control de garrapatas, pues cuando hay fallas operativas en el control o se desarrolla la resistencia a los productos, se crean oleadas de brotes de FG, asociadas con las reinfestaciones.

### ¿Qué variables consolidan la inestabilidad enzoótica?

- Variaciones climáticas que posibilitan completar ciclos de vida de garrapatas con duración muy variable y por ende, cargas parasitarias y exposición de bovinos a las garrapatas de forma inestable.
- Variaciones climáticas que afectan la oferta forrajera y obligan al productor a traer forrajes o henos de zonas tropicales que posiblemente pueden estar contaminados con etapas evolutivas de las garrapatas.
- Condiciones fisiográficas apropiadas para la inestabilidad enzoótica.
- Llegada de animales portadores de garrapatas infectadas.
- Animales susceptibles por raza y por exposición discontinua.
- Mal manejo de acaricidas y con ello, resistencia a acaricidas.
- Ausencia de un programa de gestión de manejo integrado de garrapatas y buenas prácticas ganaderas.



## ¿Qué problemas pueden aparecer en zonas libres?

**Las zonas libres son las más afectadas por el cambio climático, pues son las zonas más vulnerables** al problema objeto de esta guía y en las cuales, como se discutió antes, en virtud de los cambios del clima, las garrapatas están encontrando posibilidades de establecerse permanentemente y con ello vendrían consecuencias mayores que inician por la llegada de garrapatas en animales de zonas endémicas y su establecimiento en nuevos ecosistemas. En primera instancia, se tendrían efectos catastróficos de pérdidas directas y luego pérdidas productivas (directas e indirectas) asociadas con modificaciones de los sistemas de producción (razas y condiciones productivas) y según sea el manejo de las garrapatas, pérdidas por los costos de control, más los problemas indirectos asociados a consecuencias comerciales ligados a residuos de acaricidas en los productos y restricciones comerciales para animales vivos.

Usando el análisis de escenarios (Swart *et al.* 2004) y tomando como ejemplo el caso de la Sabana de Bogotá (Benavides *et al.* 2015) donde el sistema de producción imperante es la lechería con un alto contenido de animales de raza Holstein (Fedegan 2006), las consecuencias económicas para el sector lechero colombiano del posible ingreso y colonización de la garrapata *R. (B.) microplus* en los altiplanos, son extremadamente graves para el sector, poniendo en riesgo aun su viabilidad. Esto corresponde principalmente a mortalidad de animales, mayor necesidad de uso de medicamentos y riesgos de sus residuos en leche, como las principales consecuencias de la introducción de la garrapata de forma permanente. Ante estos escenarios, se impone el desarrollo de estrategias de control con métodos no químicos, basados en el uso de vacunas y la validación de métodos alternos de control parasitario.







# 4

## El manejo integrado de plagas (MIP)





# 4 El manejo integrado de plagas (MIP)



La recomendación básica de gestión de riesgos sanitarios es la adaptación racional y que esté basada en la evidencia del manejo integrado de plagas (MIP) (figura 14). Acorde con el grupo de trabajo en resistencia antiparasitaria de la FAO y otros grupos que han adaptado el concepto para la lucha contra garrapatas (Nari *et al.* 2003, Pérez de León *et al.* 2014b), el MIP se entiende como:

*Combinación de diferentes medios de control parasitario, de manera que se reduzcan efectivamente las poblaciones parasitarias y se minimice el desarrollo de resistencia parasitaria, aplicable a:*

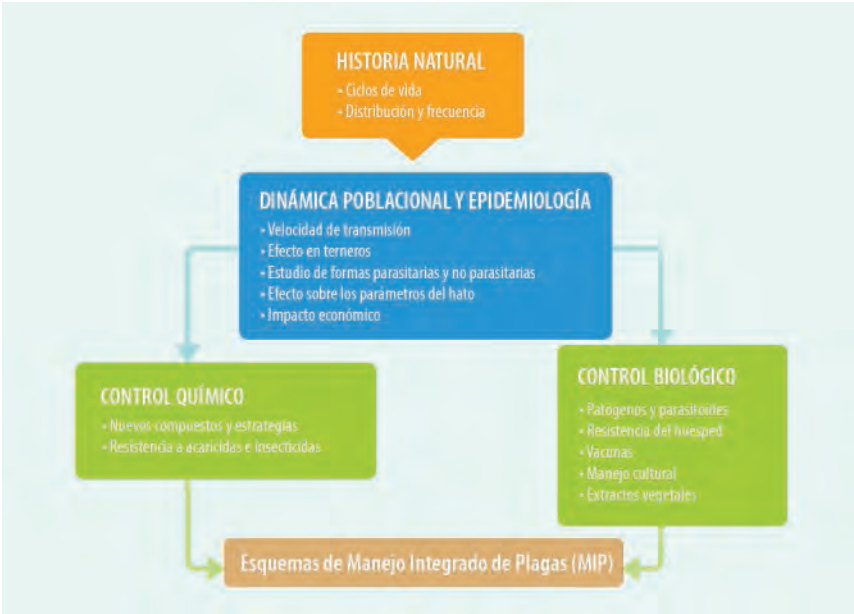
- *El control de una especie de parásito.*
- *El control de dos o más especies de parásitos que coexisten en el huésped.*
- *El control de una o más especies de parásitos, integrando aspectos socioeconómicos de las prácticas de manejo y las particularidades del sistema de producción.*

Los autores de esta guía sugieren los siguientes pasos:

**El primer paso** en el proceso corresponde al entendimiento del problema desde la lógica epidemiológica, lo cual incluye la comprensión del patrón epidemiológico y variables que lo pueden alterar, esto abarca el estudio de los ciclos de vida y el potencial de transmisión de patógenos; asimismo, entender la estacionalidad de la plaga y las diferencias individuales en cuanto a la susceptibilidad y el diseño de estrategias poblacionales y alternativas de control. El estudio parte del caso finca, pues por su manejo puede ubicarse en condiciones diferenciales y los riesgos de presentación de enfermedad siguen las diferentes pautas señaladas en párrafos anteriores y sintetizadas en las tablas 5 y 6.

**El segundo paso** corresponde a la identificación de la dinámica de la población bovina, de garrapatas, la intensidad de su infestación, y de hemoparásitos (figura 14). Para ello se debe recurrir a profesionales

competentes en la identificación de la problemática y también al laboratorio de diagnóstico para caracterizar adecuadamente el problema, en caso de que se presenten casos de FG y la identificación de posibles cambios de escenario epidemiológico para anticiparse a las pérdidas.



**Figura 14.** Marco conceptual para el MIP en garrapatas.

**Fuente:** Benavides 2009.

Una vez identificada la situación epidemiológica, se debe iniciar, como **tercer paso**, la estructuración del modelo de gestión del riesgo. La figura 15 presenta alternativas actualmente disponibles para el control de garrapatas en el ganado. El profesional veterinario y el productor, tienen a la mano diferentes herramientas de gestión que de forma integral constituyen el MIP. La construcción del plan específico debe seguir la estructura de la lógica de decisión racional en la cual, basado en información epidemiológica y económica, se llegue **a la opción de mínimo costo balanceando pérdidas directas e indirectas**. Esto implica que, con base en la evidencia y en equipo entre productor y el asistente técnico se debe:

- Definir el objetivo.
- Entender las diferentes alternativas de manejo de las garrapatas (Ver páginas siguientes).

- Identificar la disponibilidad y el abanico de ofertas de insumos y servicios (diagnóstico, asistencia técnica).
- Identificar la disponibilidad de ayudas diagnósticas.
- Estructurar un plan y monitoreo.

En el nivel de las peculiaridades del sistema sanitario de cada país, así como en el ámbito regional, esto requiere la interacción de una serie de actores y grupos de interés (figura 16) que puedan estar implicados en la construcción de los esquemas integrales de control parasitario basados en el concepto MIP. Esto implica contar con las universidades y grupos de investigadores pecuarios que trabajen el tema, así como con los asistentes técnicos particulares y gremializados, la agroindustria y gremios de productores, la industria farmacéutica y otros grupos de interés.



**Figura 15.** Diseño de estrategias para el control de la garrapata combinando el uso de acaricidas y prácticas de control no químico.

**Fuente:** Benavides 2009.



## El manejo individual de la FG

La presentación clínica de la FG lidera las pérdidas directas y sigue la dinámica de los escenarios epidemiológicos descritos (tabla 6). La recomendación de acción se focaliza en enfatizar que el productor debe recurrir al servicio veterinario profesional. Los médicos veterinarios, de acuerdo con la disponibilidad de servicios de laboratorio y oferta de insumos, seguirán protocolos y criterios de diagnóstico, como los sintetizados en Benavides *et al.* (2012) y OIE (2014 y 2015), y con base en los resultados, analizados en el contexto del escenario poblacional respectivo, recomendarán oportunamente el tratamiento y terapia de soporte necesarios para cada caso particular. En ese orden de ideas, la literatura ha indicado tetraciclinas para la anaplasmosis y para la babesiosis; los medicamentos de uso corriente son el diaceturato de diminazene y el imidocarb, en países donde estos fármacos están legalizados (Kuttler 1980, Lauwrence y de Vos 1990, Mosqueda *et al.* 2012, Vial y Gorenflot 2006), acompañada de una apropiada terapia de soporte, según la condición individual.

## El control químico

Por décadas, el control parasitario de la población de garrapatas se restringió al uso de químicos para el control de parásitos, y en el caso de garrapatas, en la mayoría de países de la Región por lo general se encuentran los siguientes grupos químicos:

- Organofosforados y carbamatos
- Piretroides
- Fenilpirazolonas
- Amitraz (formamidinas)
- Inhibidores de quitina
- Lactonas macrocíclicas (Ivermectinas). Se debe aclarar que este tipo de compuestos no se consideran acaricidas, sino coadyuvantes en el control, se trata de compuestos llamados endectocidas
- Productos comerciales que presentan mezclas de diversos grupos de químicos.



**Figura 16.** Actores y relaciones requeridos en la implantación de un esquema MIP para el control parasitario, tomando como ejemplo la situación colombiana.

**Nota:** ICA corresponde al Instituto Colombiano Agropecuario, la autoridad sanitaria del país.

En la actualidad, es ampliamente aceptado que el control parasitario basado solo en químicos no es sostenible por los siguientes problemas:

- Costos (del producto por sí mismo y por ineficacias en su uso)
- Desarrollo de resistencia
- Residuos de pesticidas en carne y leche
- Daños al medio ambiente
- Riesgos a la salud pública

Se debe indicar, que una vez seleccionada la herramienta o las herramientas de control químico, es necesario reflexionar sobre cuál debe ser la estrategia que se utilizará para su aplicación, la cual antes que ser una alternativa de intervención individual, debe considerarse como una actuación poblacional. En el contexto de la planificación del control de la garrapata *R. microplus* y de la anaplasmosis y la babesiosis de los bovinos, se han identificado (Nari 1995) seis posibles estrategias de control:

- **Control absoluto de garrapatas** – que implica el establecimiento de áreas de cuarentena y la implementación de una estricta legislación gubernamental. Este esquema es utilizado en las campañas de erradicación.
- **Control absoluto de garrapatas en áreas marginales** – utilizando conocimiento epidemiológico local, tratamientos estratégicos, zonas de cuarentena y la intervención del estado.
- **Tratamiento profiláctico** – que implica la aplicación regular de un tratamiento acaricida, bajo un esquema predeterminado y que está dirigido a reducir la carga de garrapatas a un nivel aceptablemente bajo.
- **Tratamiento por niveles umbrales** – esquema en el cual los tratamientos son aplicados por el ganadero, cada vez que el número de garrapatas en el ganado supera un nivel umbral predeterminado.
- **Tratamiento oportunista** – es cuando los acaricidas se aplican cuando el ganado es recogido para otros fines.
- **Manejo integrado de garrapatas** – esquema que implica la combinación racional de diversos métodos y estrategias de control, y en el caso de garrapatas, está conformado por la asociación de acaricidas con el uso de cruces de ganado resistentes a la garrapata.

Modernamente se han introducido otras posibilidades dentro del abanico de herramientas de control (figura 15), las que incluyen el uso de endectocidas, el posible uso de formulaciones de hongos entomopatógenos, químicos naturales de plantas, y las vacunas contra las garrapatas. También se encuentran como alternativas, el uso de ganado resistente a las garrapatas o introducir modificaciones a la forma de uso de las praderas, con esquemas de rotación y descanso. Lo importante es tratar de establecer la mejor y más eficiente combinación de estos métodos y estrategias.

## Alternativas al control químico tradicional

Diversos grupos de investigación del continente trabajan en la evaluación de alternativas no químicas de control, muchas de ellas seleccionadas a partir del conocimiento acumulado por las comunidades indígenas de América tropical y de otras culturas, como las de India y Sudeste asiático, pero también de las observaciones de campo de los productores. Es necesario destacar que para todas estas iniciativas se requiere de apropiada investigación que valide, con el método científico, los reclamos de efectos benéficos brindados por las etnias nativas (Nari *et al.*

2003). Más allá de demostrar un efecto acaricida, es importante que las alternativas señalen ser inocuas para los animales y para el ecosistema y se debe asegurar que no poseen problemas de residuos en carne y leche o que produzcan cambios de olor o sabor en estos productos.

El uso de herramientas no químicas de control de garrapatas y la integración de este conocimiento en el diseño de esquemas MIP, corresponde a un tema que es demasiado amplio para poder ser adecuadamente cubierto en esta guía, por lo que se recomienda a los interesados ampliar su lectura en otras fuentes. Se recomienda consultar el estudio FAO sobre resistencia a los antiparasitarios (Nari *et al.* 2003) o las propuestas sobre el tema realizadas para las condiciones de la península de Yucatán en México (Rodríguez-Vivas *et al.* 2014) o para la situación colombiana (Benavides 2009). A continuación, se presentan algunos breves comentarios sobre métodos no químicos de control propuestos por diversas fuentes:

### Químicos naturales de plantas

Se debe recordar que los químicos naturales obtenidos de plantas se han utilizado hace mucho tiempo para el control de parásitos, como es el caso de la piretrinas que se extraen de las flores del crisantemo. El tema del uso de los químicos naturales ha sido retomado desde una visión etnobotánica, la cual tiene nuevas connotaciones, pues ya no se trata de preparar unos extractos de una planta para venderlos en la farmacia (como fue la visión de los años setenta y ochenta), sino conocer las propiedades de las plantas para incentivar su cultivo y uso en las fincas (Nari *et al.* 2003).

Diversos grupos de investigación han reportado, de forma preliminar, el posible efecto acaricida de varios extractos de plantas, destacándose entre ellos el árbol del Neem, *Azadirachta indica* (Benavides *et al.* 2001, Pathack *et al.* 2004) y algunas plantas con tradición local como la hierba de San Juan o hipericón, *Hypericum polyanthemum* (Ribeiro *et al.* 2007) y la hierba amarga o Zacatechichi, *Calea serrata* (Ribeiro *et al.* 2008).

La eficacia de estas alternativas generalmente se ha demostrado mediante estudios de laboratorio y aún se requiere completar mayores estudios que permitan por un lado identificar con claridad asuntos relativos a los metabolitos activos y secundarios, variabilidad en las plantas y por otro, realizar estudios *in vivo*. No obstante, se reseñan aquí por ser un elemento de potencial utilización en el futuro dentro de la estructuración de esquemas de MIP aun contra garrapatas resistentes al control químico tradicional (Costa-Júnior *et al.* 2016).

## Control biológico y depredadores naturales

Rodríguez-Vivas *et al.* (2014) en su publicación sobre MIP, señalan que se tienen cuatro grupos de agentes biológicos potenciales, los cuales al igual que los químicos naturales, están en proceso de investigación. Estos grupos incluyen los hongos entomopatógenos, las bacterias, los nemátodos entomopatógenos y las hormigas reguladoras. Igualmente, se tienen algunas experiencias con depredadores naturales que se espera que la investigación y el trabajo sistemático adaptado a cada situación epidemiológica puedan en el futuro ser incorporados en los planes de manejo.

## Las vacunas contra las garrapatas

Estas vacunas se basan en la exposición previa de los animales a antígenos, de forma que desarrollen anticuerpos que ayudan a disminuir los números de garrapatas que se alimentan sobre ellos. Por lo general, son preparaciones biológicas constituidas por proteínas del intestino de la garrapata (algunos componentes de ellas producidos mediante biología molecular) que al ser aplicadas al ganado inducen a una respuesta inmune que afecta el intestino del parásito y ejerce su acción sobre la fertilidad de esta, y su respuesta se ve en el largo plazo en la medida que puede modular la población de garrapatas y la respuesta inmunológica de los bovinos. Hay diversos grupos trabajando en otros antígenos diferentes a los del intestino (Guerrero *et al.* 2014). Una cantidad importante de recursos y esfuerzos se han invertido en las últimas décadas en el desarrollo y evaluación de vacunas eficaces para el control parasitario, pero la tarea no ha sido sencilla debido a la complejidad de mecanismos relacionados con la respuesta inmune individual, y a la diferente capacidad de respuesta de la población de animales (Nari *et al.* 2003).

Dentro de las iniciativas más estudiadas sobre el uso de vacunas para el control de garrapatas está el uso del antígeno Bm86, obtenido a partir del intestino de la garrapata, del cual existen versiones comerciales de vacuna, teniendo como ejemplo a TickGard® (Australia) y Gavac® (Cuba), entre otras. El control de las garrapatas por vacunación tiene las ventajas de ser rentable, reducir la contaminación del medio ambiente y prevenir la selección de garrapatas resistentes a los acaricidas. Adicionalmente, el futuro desarrollo de vacunas contra garrapatas usando múltiples antígenos, podría abarcar a una amplia gama de especies de garrapatas y también reducir la transmisión de patógenos (de la Fuente *et al.* 2007). Se debe enfatizar que lo importante es el desarrollo de estrategias de vacunación para alcanzar una inmunidad poblacional adecuada (Fragoso *et al.* 1998, Rodríguez-Valle *et al.* 2004).

## Las vacunas contra la anaplasmosis y la babesiosis bovina

Uno de los desarrollos más antiguos en la protección del ganado contra la FG, corresponde a las vacunas contra la anaplasmosis y la babesiosis de los bovinos, las cuales tuvieron importantes desarrollos para la ganadería en Australia en los años setenta y ochenta del siglo pasado (Callow y Dalglish 1980). Se trata de inmunógenos basados en organismos vivos atenuados que se administran a los animales antes de su potencial exposición en campo a las garrapatas y a los organismos que transmiten, de forma que cuando ocurra la transmisión natural, los animales ya se encuentren protegidos. Este tipo de vacunas se trabaja atendiendo el concepto de inmunidad coinfecciosa o premunición.

En las condiciones de nuestro continente en el cono sur se han desarrollado vacunas para la movilización de animales libres de garrapata a zonas endémicas, específicamente para la situación de Uruguay (Solari *et al.* 1992) y Argentina (Mangold *et al.* 1990). En otras regiones del continente se utilizan vacunas para la movilización de animales desde zonas libres de garrapata en el trópico alto a zonas endémicas en el trópico bajo, para la protección del ganado en zonas de inestabilidad enzoótica y para el restablecimiento de situaciones de estabilidad enzoótica, cuando se ha creado inestabilidad por exceso de uso de acaricidas. Se destacan los esfuerzos de Colombia (Benavides *et al.* 2000) y de México (Ojeda *et al.* 2006).

El desarrollo de vacunas contra los agentes transmitidos por garrapatas es un tema activo de investigación en diversas instituciones del continente. Para los interesados en conocer la complejidad del tema, se recomienda una reciente revisión (Florin-Christensen *et al.* 2014) sobre las posibilidades de desarrollo de nuevas vacunas contra la babesiosis de los bovinos.

## Uso de ganado resistente

A la hora de establecer un programa de selección de animales, la resistencia a las garrapatas es el carácter más útil por incorporar, debido a que, al reducirse el número de parásitos, se limitan las consecuencias sobre la producción y se disminuye la contaminación de los potreros (Nari *et al.* 2003). La utilización de razas de ganado resistente, especialmente razas del *Bos indicus* o Cebú, es una de las más exitosas alternativas (Kunz y Kemp 1994). La resistencia del ganado a las garrapatas se debe a actitudes de comportamiento y reacciones inmunitarias que cada animal individualmente adquiere, a medida que madura. Las razas cebuinas presentan una gran habilidad para adquirir resistencia, mientras que en la mayoría de las razas europeas es pobre (Madalena *et al.* 1985, Utech *et al.*

1978). Es ampliamente conocido que los bovinos con alta carga genética de ganado cebú son más resistentes a las garrapatas. Adicionalmente, se destaca que existe una variable individual que puede ser utilizada como variable de selección, agregada al componente de la raza de los animales. En condiciones de finca, es posible incrementar la resistencia del hato mediante la observación y descarte para matadero de los animales que portan muchas garrapatas, o el cruzamiento con razas tipo Cebú.

El uso de ganado con genética cebuina tiene implicaciones de manejo y gestión de los sistemas productivos, que se expresan en variables de producción y productividad. Tales resultados dependen de la gestión productiva y sanitaria dirigida por los profesionales y los productores.

### Control de movimiento de animales

Del entendimiento del ciclo de vida de la garrapata y de los modelos predictivos relacionados con cambio climático, es evidente que un control apropiado de movimiento de animales es fundamental para la prevención de la ocurrencia de brotes de FG, relacionados con introducción accidental de garrapatas. Esto implica conocer y analizar la zona epidemiológica de origen, los contactos en tránsito, los grupos raciales y la situación inmunológica frente al problema. Esto último tiene implicaciones para todo tipo de zonas y variará de finca a finca.

### Manejo de praderas

Esta estrategia se basa en el entendimiento del ciclo de vida de la garrapata, y el fundamento conceptual es mantener praderas sin animales, hasta que las larvas que se encuentren en fase libre mueran por no encontrar al hospedero obligado. Las praderas pueden ser manejadas para reducir la población de larvas de garrapata en ellas, incrementando sus probabilidades de morir antes de encontrar un huésped (Benavides *et al.* 2001). Basados en conocimientos epidemiológicos sobre el comportamiento de las garrapatas en las praderas en diversas localidades, donde las variaciones estacionales o en las temporadas del año y la disponibilidad de larvas en la pastura son elementos claves, es posible el diseño de esquemas para el manejo del pastoreo a fin de obtener un control parasitario. El objetivo de todas estas estrategias consiste en la obtención de pasturas seguras, que son aquellas que presentan bajos niveles de contaminación parasitaria y por ello, no representan un riesgo parasitario inmediato para los animales que allí pastorean (Nari *et al.* 2003). Para esto se requiere disponer de información local sobre la supervivencia larvaria máxima. Por ejemplo, en épocas cálidas y secas del trópico bajo, en la altillanura colombiana, las larvas solo

pueden sobrevivir sobre las hojas de pastos entre cuatro y seis semanas (Benavides 1983). Si una pradera se deja libre de ganado durante este período y se tratan los animales antes de su reintegro a la pradera, se reducirá enormemente la necesidad de tratamiento. Esa duración de la supervivencia larvaria variará entre localidades y épocas del año acorde con la humedad relativa.

Debido a que, bajo condiciones de trópico húmedo, la desocupación de praderas se torna muy extensa para poder ser practicable en términos realistas, el conocimiento sobre la duración del período de postura y eclosión de los huevos, lo mismo que de la supervivencia larvaria, se debe utilizar para diseñar los esquemas de rotación de animales entre los potreros, lo mismo que para intentar estrategias de mecanización de las praderas para reducir la supervivencia larvaria (Benavides *et al.* 2001).

El cambio climático tiene un efecto crucial en esta alternativa de gestión, en la medida en que por un lado, puede modificar la duración del ciclo de vida de la garrapata, como también alterar el ciclo biológico de las praderas. Determinar la duración que requiere un potrero sin ocupación, dependerá del buen entendimiento del ciclo biológico en las condiciones ecológicas específicas; en condiciones tropicales en países ecuatoriales se estima que praderas vacías entre 4 a 6 semanas tiene un efecto importante en la población de garrapatas.

El manejo de praderas para control de garrapatas puede generar interferencia al manejo general del sistema de producción alterando los planes de rotación y manejo de praderas, modificando los sistemas de alimentación y afectando las variables productivas. De esta manera, se deben diseñar de manera integral considerando las variables sanitarias y productivas.

El gestor sanitario complementariamente posee otras herramientas que la investigación ha estado probando, y cuya efectividad dependerá de las condiciones en las cuales se aplique. Entre ellas se listan el suministro de azufre, el uso de hongos entomopatogénos y la aplicación de extractos vegetales.







5

## Recomendaciones de gestión





# 5 Recomendaciones de gestión



La principal recomendación de gestión sanitaria es adaptar y utilizar la combinación racional de medidas, de acuerdo con la epidemiología de la enfermedad, el sistema de producción y el ecosistema. Como se ha insistido a lo largo del documento, no existe una solución única o “recomendación mágica” aplicable. En ese sentido, se recalca que el material no sustituye el servicio veterinario, se estimula el uso del laboratorio de diagnóstico y el seguimiento de la normatividad oficial del país. A pesar de lo anterior, a continuación se generan unas recomendaciones generales que pueden servir de base para utilizar mejor lo consignado en la guía y para trabajar a profundidad la literatura citada.

Esta sección incluye dos etapas: una denominada el punto de partida, que se recomienda sea seguido por todos los usuarios de la guía, y la segunda, que es específica para cada situación epidemiológica. Tales

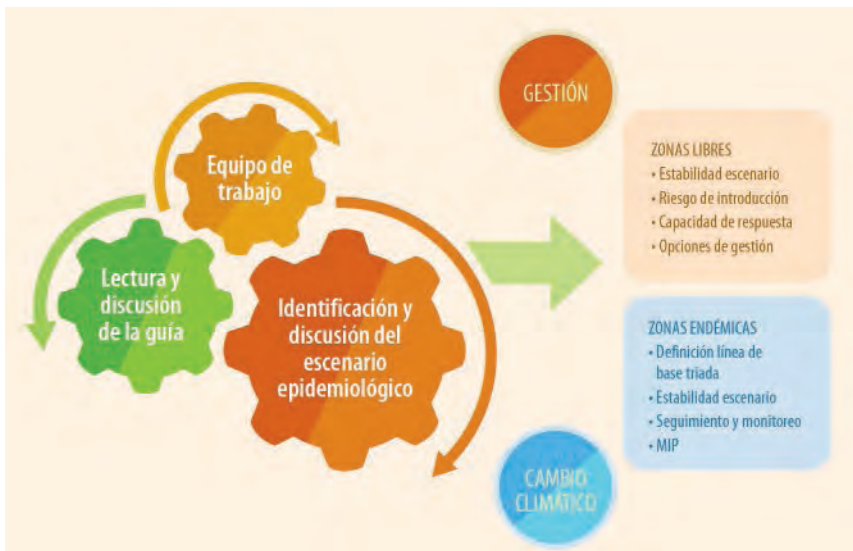


Figura 17. Recomendaciones de gestión usando la guía.

recomendaciones invitan al equipo a reflexionar, revisar lo que se está haciendo en la actualidad, revisar con mayor detalle ciertos apartes de la guía para realizar ajustes o nuevas acciones y especialmente, utilizarlo en el diálogo con el servicio veterinario (figura 17).

## Punto de partida

### 1. Establecimiento de equipo de trabajo

Se debe establecer un equipo donde se cuente, al menos, con el productor y un asistente técnico. Según las condiciones particulares, se recomienda ampliar el equipo, incluyendo a las personas que manejan los animales y están en constante contacto con ellos. Es deseable contar en el equipo con un profesional con formación en salud animal y bases de epidemiología.

Puede ser muy positivo trabajar con un grupo de productores que tengan condiciones similares y puedan aportar sus experiencias y, de ser posible, estar en comunicación con profesionales del servicio oficial.

### 2. Revisión y lectura del guía

Esto implica lectura grupal y detenida del material. El trabajo en equipo potenciará el aprovechamiento de la experiencia de los productores y de los conocimientos propios de la formación profesional en salud animal y epidemiología. La suma de saberes y experiencias serán la plataforma para estructurar los planes de manejo, apoyándose en lo consignado en la guía. En el proceso de lectura, se recomienda hacer uso del glosario que está anexo al final del texto y cuando sea necesario, consultar la literatura citada o acceder a profesionales especializados.

De la lectura del documento debe quedar claro entre el equipo, los siguientes aspectos:

- Alcance del material
- ¿Qué es la FG y qué la causa?
- ¿Cuál es el papel de las garrapatas en su transmisión y cómo es su ciclo?
- Existencia de escenarios epidemiológicos y cómo se definen
- Efecto del cambio climático en el problema
- Opciones disponibles para el manejo del problema (MIP, químico y no químico)
- Impacto económico del problema (pérdidas directas e indirectas) y decisión de mínimo costo

### 3. Definición del escenario epidemiológico en que se encuentra ubicada la explotación

El plan de manejo dependerá del escenario epidemiológico, de los efectos de CC en modificaciones del escenario y de la disponibilidad de alternativas de intervención, según la condición particular del país, la región y la explotación.

Para identificar en qué escenario epidemiológico se encuentra, se deben responder las siguientes preguntas claves y revisar lo consignado en el material, especialmente lo resumido en las tablas 2 y 6:

- a. Frecuencia de presentación de casos de FG (clarificar si se cuenta con datos confirmatorios de diagnóstico de laboratorio).
- b. Presencia de garrapatas en animales (cantidad, distribución entre animales, cómo se distribuye a lo largo del año).
- c. Si es posible por la información existente, establecer porcentaje de animales que se infectan antes de los 9 meses y porcentaje de animales sin infección a los 4 años de edad. Tener clara la diferencia entre infección y presentación clínica de la enfermedad.

### 4. Discusión sobre el escenario epidemiológico

Una vez definido el escenario epidemiológico, el equipo debe discutir los aspectos que mantienen o modifican dicha situación, para lo cual se debe tener en cuenta la tabla 6.

Se invita a cuestionarse respecto a:

- Condiciones de relieve y localización geográfica que soportan el escenario.
- El movimiento de animales y sus efectos en la presentación de FG.
- El cambio climático y su efecto en cambios en el escenario epidemiológico.
- Presencia de garrapatas, su ciclo y variables que afectan su duración.
- Características del sistema de producción: razas, tipo de explotación, manejo de praderas y sistemas de alimentación.
- Estrategias de manejo utilizadas en la actualidad, su efectividad y limitantes.
- Herramientas de gestión disponibles en el país: normatividad, insumos, diagnóstico y servicios veterinarios.

Siguiendo lo descrito en las secciones de gestión del riesgo y de MIP, se recomienda a los usuarios de la guía que estructuren planes de manejo, incorporen modificaciones a sus planes actuales o establezcan aspectos por monitorear, o darle seguimiento. Se recomienda tener en cuenta, según la situación epidemiológica, los siguientes consejos, adaptándolos a cada condición particular, siguiendo la asesoría profesional.

## Algunas recomendaciones para zonas libres

Se recuerda que a pesar de que la FG y las garrapatas son endémicas, en la mayoría de países del hemisferio existen zonas y explotaciones que por su manejo, ubicación y características propias, coinciden con el escenario epidemiológico de ser libres de las enfermedades transmitidas por las garrapatas.

Sin lugar a dudas, la situación de menor costo es el estatus de libre; no obstante, en la ocurrencia de casos esporádicos o cambio de situación epidemiológica, las pérdidas directas e indirectas serán cuantiosas, razón por la cual hacer una evaluación crítica sobre la estabilidad del escenario, es fundamental. Formulación de medidas de evaluación y gestión del riesgo (incluyendo vigilancia) y la construcción de planes de contingencia, se hace crítico. Tal cual se ha presentado a lo largo de la guía, el CC constituye un elemento de entorno que genera riesgo mayor para la modificación de situación epidemiológica.

Aspectos por tener en cuenta:

### PRIMERO

- Identificar las características del ambiente que repercuten en la existencia de zona libre.
- Cuestionarse si han sucedido en el pasado brotes esporádicos de FG y discutir ¿qué los determinó y cómo se manejó?
- Cuestionarse cómo variables propias del sistema productivo (manejo y raza) hacen vulnerable el sistema de producción.
- Cuestionarse sobre la estabilidad de zona libre, de zona libre con ocurrencia esporádica o el riesgo de pasar a ser una zona de inestabilidad enzoótica.
- Reflexionar sobre la cadena de impactos económicos, directos e indirectos, en la eventualidad del ingreso y establecimiento de garrapatas.

## SEGUNDO

- Evaluar la probabilidad de ingreso de animales de áreas endémicas.
- Identificar si eventualmente se traen forrajes o henos de zonas endémicas.
- Cuestionarse si cambios en el clima pueden modificar las condiciones y favorecer el establecimiento de garrapatas, y si fuera así, evaluar probabilidades de ingreso de estas.

## TERCERO

- Identificar el entorno institucional vigente para dar respuesta al potencial problema de Emergencia de FG (figura 16). Especial atención a los sistemas de diagnóstico, servicios veterinarios, sistemas de identificación y trazabilidad de animales, para seguir movimiento de animales e investigación respecto a la dinámica poblacional (bovinos y garrapatas) y resistencia a acaricidas.
- Evaluar, según sea la normativa nacional y disponibilidad en el mercado, el uso potencial de vacunas contra anaplasma y babesia para movilización de animales hacia zonas endémicas.
- Establecer sistemas de vigilancia y respuesta rápida a emergencia y planes de contingencia.
- Para el manejo de la situación emergente potencial, se invita a profundizar en el diagnóstico y el tratamiento de FG.
- Revisar las estrategias de manejo absoluto en áreas marginales (Nari 1995).

## Algunas recomendaciones para zonas endémicas

Es ampliamente reconocido el endemismo de garrapatas y de hemoparásitos a lo largo del hemisferio. No obstante, tal cual se ha señalado, el endemismo puede expresarse en dos grandes escenarios: el de estabilidad enzoótica y el de inestabilidad enzoótica. Sin duda, la estabilidad enzoótica o endemidad estable es el escenario de menor costo, y salvo situaciones particulares, la gestión del riesgo debe estar orientada a la consolidación y mantenimiento de dicha condición epidemiológica.

En ese sentido, el entendimiento de las variables o situaciones que pueden afectar la estabilidad enzoótica y dar paso a situaciones de inestabilidad, así como los escenarios de inestabilidad enzoótica, que se manifiestan en



gradientes de severidad, constituyen los puntos claves de acción (ver la tabla 7 y gestión de riesgos en escenarios cambiantes).

Aspectos por tener en cuenta:

## PRIMERO

- Determinar las variaciones del clima y definir cómo ellas pueden modificar el ciclo de vida de la garrapata.
- Realizar estudios respecto a la duración del ciclo de vida de la garrapata durante diferentes épocas del año.
- Ajustar las intervenciones de manejo de garrapatas a la duración del ciclo de vida de la garrapata, incorporando las variaciones por estacionalidad climática.
- Identificar las variables favorecedoras del sistema productivo para el establecimiento de garrapatas en exceso.
- Tomar especial atención a los componentes raciales y patrones individuales heredables. Incorporar esta variable en la selección genética.
- Entender el sistema productivo y determinar las variables que favorecen la presentación de FG (raza, edades, primo-exposición, rotación de potreros, sistemas de alimentación).
- Retomar, de forma estratégica, lo trabajado en el punto de partida sobre las estrategias actuales de manejo, así como su efectividad y limitantes.

## SEGUNDO

Vigilar y controlar el movimiento de animales entre zonas y explotaciones, incorporando la variable raza, edad y estatus sanitario de origen y destino. En lo posible, vincular estas acciones a un sistema de identificación y trazabilidad animal. Tomar especial precaución con la llegada de animales susceptibles. En cuanto al movimiento de animales entre zonas endémicas, considerar posibilidades de estrés que rompan la inmunidad y las posibles variantes entre cepas.

## TERCERO

Establecer un MIP apoyado por prácticas de control químico racional, lo cual implica:

- No depender exclusivamente de los químicos para el control.
- Entender el ciclo de vida de la garrapata y el papel del sistema productivo y el clima.
- Propender por el uso de estrategias de control no químicas, aprovechando opciones validadas de control biológico y cultural. Se recomienda hacer seguimiento a los avances en estos temas, pero siguiendo la evidencia científica.
- Planificar anualmente el MIP considerando las especies animales, el manejo productivo y el clima y estableciendo cargas parasitarias y efectividad de acaricidas.
- Estar al tanto de estudios de resistencia y efectividad de acaricidas.
- Diseñar el programa con enfoque preventivo y poblacional y tratar animales, pues solo se debe hacer cuando existe justificación económica. Soportarse en el servicio veterinario y diagnóstico de laboratorio.
- En zonas endémicas, procurar buscar la endemidad estable, teniendo especial cuidado con animales jóvenes y considerando las variables que consolidan la inestabilidad enzoótica (tabla 7).
- Identificar el entorno institucional vigente para dar respuesta al problema de FG (figura 16).

En situaciones de zonas endémicas, se deben seguir las pautas de Buenas Prácticas Ganaderas en el uso de control químico, que están disponibles en la literatura y algunas publicadas por Benavides (2009), Benavides *et al.* (2000) y Nari *et al.* (2003):

- Utilice químicos únicamente cuando realmente sean necesarios, siguiendo un concepto técnico poblacional.
- Aplique productos en la concentración efectiva; antes de incrementar la dosis, prefiera solicitar pruebas de resistencia
- Si posee más de 15 animales en la finca, mejor no utilice bomba de espalda para aplicación de pesticidas, pues una aplicación adecuada y con buena presión, se dificulta. Preferiblemente use una bomba a motor o aplique productos de vertimiento dorsal (*pour-on*).
- Nunca mezcle o aplique a los animales insecticidas agrícolas, ni use surfactantes (pegantes).
- Siga las recomendaciones de uso y mezclas probadas por la industria y los adelantos de investigación como eficaces, es decir, que estén aprobadas para su uso en animales domésticos por la autoridad sanitaria.

- Si usa lactonas macrocíclicas (avermectinas) en la finca, solo realice aplicaciones durante un semestre (donde ocurra la principal temporada de lluvias) dejando el otro semestre para la recuperación de las poblaciones de enemigos naturales. Si se requiere control parasitario en el segundo semestre, se debe pensar en el uso de un compuesto alternativo.
- Utilice solo un tipo de producto por semestre y trate de incluir estrategias poblacionales y ayudas no químicas (soportadas documentalmente).
- Use, como máximo, ocho tratamientos acaricidas al año. En la planeación, considere el efecto de otros planes de control parasitario (moscas, helmintos, etcétera).
- Examine el tipo de animal y posibles restricciones en relación con residuos en carne o leche.

Para minimizar el número de baños anuales se cuenta con dos aproximaciones en la literatura:

- El método de tratamiento a niveles críticos, que requiere un análisis individual que incluye la susceptibilidad y las características del parásito, pero que en general consta de aplicar baño cuando el animal tenga más de 20 garrapatas.
- El otro, el esquema estratégico, que señala atacar la garrapata durante la época seca y de alta temperatura con una secuencia de 4 a 6 baños cada 21 días, siguiendo las BPG listadas antes. Complementariamente, se recomienda revisar a profundidad el tratamiento profiláctico y por umbrales (Nari 1995).

Según las condiciones normativas del país, se puede contar con vacunas para garrapatas, *Anaplasma* y *Babesia* (ver guía), que usadas estratégicamente coadyuvan a la reducción de baños acaricidas, anualmente.

# Referencias

- Andrewartha, HG. 1970. Introduction to the study of animal populations. 2 ed. Londres, Reino Unido, Chapman and Hall. 283 p.
- Aubry, P; Geale, DW. 2011. A review of bovine anaplasmosis. *Transboundary and Emerging Diseases* 58(1):1- 30.
- Beard, CB; Eisen, RJ; Barker,CM; Garofalo, JF; Hahn, M; Hayden, M; Monaghan, AJ; Ogden, NH; Schramm,PJ. 2016. Ch. 5: Vectorborne Diseases. The Impacts of Climate Change on Human Health in the United States: A Scientific Assessment (en línea). Washington, D. C., Estados Unidos de América, U.S. Global Change Research Program. p. 129-156. Disponible en <http://dx.doi.org/10.7930/J0765C7V>.
- Benavides, E. 1983. Observaciones sobre la fase no parasítica del ciclo evolutivo de *Boophilus microplus* en la altillanura Plana Colombiana. *Revista ICA* 18:513-524.
- Benavides, E. 1985. Consideraciones con relación a la epizootiología de Anaplasmosis y Babesiosis en los bovinos. *Revista ACOVEZ* 8(31):4-11.
- Benavides, E. 2002. Epidemiología y control de los hematozoarios y parásitos tisulares que afectan al ganado. *Carta Fedegan*, 72 (Anexo coleccionable 9):112-134.
- Benavides, E. 2009. Manejo integrado de los parásitos externos del ganado (I). *Carta Fedegan* 11: 64-66.
- Benavides, E; Hernández, G; Romero, A; Castro, AH; Rodríguez, JL. 2001. Evaluación preliminar de extractos del Neem (*Azadirachta indica*), como alternativa para el control de la garrapata del ganado *Boophilus microplus* (Acari: Ixodida). *Revista Colombiana de Entomología* 27(1-2):1-8.
- Benavides, E; López, M; Alayón, LE. 2011. Enfermedades del ganado en la región de La Macarena (Meta). Un ejercicio de epidemiología participativa. *Revista de Medicina Veterinaria* 21:41-62.
- Benavides, E; Polanco, N; Romero, J. 2015. Economic implications of the predicted effects of climate change on tick fever of cattle in the highlands of the Neotropic. *In International Symposium on Veterinary Epidemiology and Economics* (14, 2015, Mérida, México). Proceedings. p. 3-7.
- Benavides, E; Polanco, N; Vizcaíno, O; Betancur, O. 2012. Criterios y protocolos para el diagnóstico de hemoparásitos en bovinos. *Revista Ciencia Animal* 5:31-49.
- Benavides, E; Romero, A. 2001. Consideraciones para el control integral de parásitos externos del ganado. *Carta Fedegan*, 70 (Anexo coleccionable "Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades en explotaciones ganaderas 7"): 64-86.
- Benavides, E; Vizcaíno, O; Britto, CM; Romero, A; Rubio, A. 2000. Attenuated trivalent vaccine against

- Babesiosis and Anaplasmosis in Colombia. *Annals of the New York Academy of Sciences* 916:613-616.
- Blaustein, AR; Walls, SC; Bancroft, BA; Lawler, JJ; Searle, CL; Gervasi, SS. 2010. Direct and indirect effects of climate change on amphibian populations. *Diversity* 2(2):281-313.
- Bock, R; Jackson, L; De Vos, A; Jorgensen, W. 2004. Babesiosis of cattle. *Parasitology* 129:247-269.
- Callow, LL; Dalgliesh, RJ. 1980. The development of effective, safe vaccination against babesiosis and anaplasmosis in Australia. *In* Johnston, LA; Cooper, MG. Tick and tick-borne diseases. Proceedings of the Symposium of the 56th Annual Conference of the Australian Veterinary Association. p. 4-8.
- Coleman, PG; Perry, BD; Woolhouse, ME. 2001. Endemic stability—a veterinary idea applied to human public health. *The Lancet* 357(9264):1284-1286.
- Cortés, JA; Betancourt, JA; Argüelles, J; Pulido, LA. 2010. Distribución de garrapatas *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* en bovinos y fincas del Altiplano cundiboyacense (Colombia). *Revista Corpoica* 11(1):73-84.
- Dávila, AM; Silva, RA. 2000. Animal trypanosomiasis in South America: current status, partnership, and information technology. *Annals of the New York Academy of Sciences* 916(1):199-212.
- de Castro, JJ. 1997. Sustainable tick and tickborne disease control in livestock improvement in developing countries. *Veterinary Parasitology* 71(2):77-97.
- de la Fuente, J; Almazán, C; Canales, M; de la Lastra, JMP; Kocan, KM; Willadsen, P. 2007. A ten-year review of commercial vaccine performance for control of tick infestations on cattle. *Animal Health Research Reviews* 8(1):23-28.
- de Oliveira, EM; Costa-Junior, LM; Pinto, JAO; de Alexandria Santos, D; de Araujo, SA; de Fátima Arrigoni-Blank, M; Blank, AF. 2013. Acaricidal activity of *Lippia gracilis* essential oil and its major constituents on the tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. *Veterinary Parasitology* 195(1):198-202.
- Estrada-Peña, A. 1999. Geostatistics and remote sensing using NOAA-AVHRR satellite imagery as predictive tools in tick distribution and habitat suitability estimations for *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae) in South America. *Veterinary Parasitology* 81(1):73-82.
- Estrada-Peña, A. 2001a. Climate warming and changes in habitat suitability for *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae) in Central America. *Journal of Parasitology* 87(5):978-987.
- Estrada-Peña, A. 2001b. Forecasting habitat suitability for ticks and prevention of tick-borne diseases. *Veterinary Parasitology* 98(1):111-132.
- Estrada-Peña, A; Bouattour, A; Camicas, JL; Guglielmone, A; Horak, I; Jongejan, F; Latif, A; Pegram, R; Walker, AR. 2006. The known distribution and ecological preferences of the tick subgenus *Boophilus* (Acari: Ixodidae) in Africa and Latin America. *Experimental & Applied Acarology* 38(2-3):219-235.

- 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 Ecology and Biogeography* 14:565–573.
- Evans, DE. 1978. *Boophilus microplus* ecological studies and a tick fauna synopsis relating to the developing cattle industry in the Latin American and Caribbean region. Tesis Ph.D. Londres, Reino Unido, London Polytechnic.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia). 1984. Ticks and tick-borne disease control. A practical field manual. Vol 2. Roma, Italia, FAO.
- Falco, RC; Fish, D. 1991. Horizontal movement of adult *Ixodes dammini* (Acari: Ixodidae) attracted to CO<sub>2</sub>-baited traps. *Journal of Medical Entomology* 28(5):726-729.
- FEDEGAN (Federación Colombiana de Ganaderos). 2006. Plan estratégico de la ganadería colombiana 2019. Bogotá, Colombia. 11:294 p.
- Feria-Arroyo, TP; Castro-Arellano, I; Gordillo-Pérez, G; Cavazos, AL; Vargas-Sandoval, M; Grover, A; Esteve-Gassent, MD. 2014. Implications of climate change on the distribution of the tick vector *Ixodes scapularis* and risk for Lyme disease in the Texas-Mexico transboundary region. *Parasites & Vectors* 7(1):199.
- Florin-Christensen, M; Suárez, CE; Rodríguez, AE; Flores, DA; Schnittger, L. 2014. Vaccines against bovine babesiosis: where we are now and possible roads ahead. *Parasitology* 141(12):1563-1592.
- Forsythe, W. 2002. Parámetros ambientales que afectan la temperatura del suelo en Turrialba, Costa Rica y sus consecuencias para la producción de cultivos. *Agronomía Costarricense* 26(1):43-62.
- Fragoso, H; Rad, PH; Ortiz, M; Rodríguez, M; Redondo, M; Herrera, L; De la Fuente, J. 1998. Protection against *Boophilus annulatus* infestations in cattle vaccinated with the *B. microplus* Bm86-containing vaccine Gavac. *Vaccine* 16(20):1990-1992.
- Gibbs, EPJ. 2014. The evolution of One Health: a decade of progress and challenges for the future. *The Veterinary Record* 174(4):85-91.
- Giles, JR; Peterson, AT; Busch, JD; Olafson, PU; Scoles, GA; Davey, RB; Wagner, DM. 2014. Invasive potential of cattle fever ticks in the southern United States. *Parasites & Vectors* 7(1):189.
- Gilot, B; Pérez-Eid, C. 1998. Bio-écologie des tiques induisant les pathologies les plus importantes en France. *Médecine et Maladies Infectieuses* 28(4):325-334.
- Githeko, AK; Lindsay, SW; Confalonieri, UE; Patz, JA. 2000. Climate change and vector-borne diseases: a regional analysis. *Bulletin of the World Health Organization* 78(9):1136 -1147.
- Gray, JS. 1998. Review The ecology of ticks transmitting Lyme borreliosis. *Experimental & Applied Acarology* 22(5):249-258.
- Gray, JS; Dautel, H; Estrada-Peña, A; Kahl, O; Lindgren, E. 2009. Effects of climate change on ticks

- and tick- borne diseases in Europe. *Interdisciplinary Perspectives on Infectious Disease*, 593232.
- Grisi, L; Leite, RC; Martins, JRDS; Barros, ATMD; Andreotti, R; Cançado, PHD; Pérez de León, AA; Pereira, JB; Villela, HS. 2014. Reassessment of the potential economic impact of cattle parasites in Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária* 23(2):150-156.
- Gubler, DJ; Reiter, P; Ebi, KL; Yap, W; Nasci, R; Patz, JA. 2001. Climate variability and change in the United States: Potential impacts on Vector- and Rodent-Borne Diseases. *Environmental Health Perspectives* 109:223-233.
- Guerrero, FD; Miller, RJ; de León, AAP. 2012. Cattle tick vaccines: many candidate antigens, but will a commercially viable product emerge? *International Journal for Parasitology* 42(5):421-427.
- Kunz, SE; Kemp, DH. 1994. Insecticides and acaricides: resistance and environmental impact. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)* 13(4):1249-1286.
- Kuttler, KL. 1980. Pharmacotherapeutics of drugs used in treatment of anaplasmosis and babesiosis. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 176(10 Spec No):1103-1108.
- Lawrence, JA; de Vos, AJ. 1990. Methods currently used for the control of anaplasmosis and babesiosis: their validity and proposals for future control strategies. *Parassitologia* 32(1):63-71.
- Léger, E; Vourc'h, G; Vial, L; Chevillon, C; McCoy, KD. 2013. Changing distributions of ticks: causes and consequences. *Experimental and Applied Acarology* 59(1-2):219-244.
- Lohmeyer, KH; Pound, JM; May, MA; Kammlah, DM; Davey, RB. 2011. Distribution of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* and *Rhipicephalus (Boophilus) annulatus* (Acari: Ixodidae) infestations detected in the United States along the Texas/Mexico border. *Journal of Medical Entomology* 48(4):770-774.
- Maack, JN. 2001. Scenario analysis; a tool for task managers. In Krueger, RA; Cassey, M; Donner, J; Kirch, S; Maack, JN (eds.). *Social analysis: selected tools and techniques*. Washington, D. C., Estados Unidos de América, Banco Mundial. p. 62-87. (Social Development Paper, n.o 36).
- Madalena, FE; Teodoro, RL; Lemos, AM; Oliveira, GP. 1985. Causes of variation of field burdens of cattle ticks (*Boophilus microplus*). *Revista Brasileira do Genética* 8(2):361-375.
- Mahoney DF. 1975. The diagnosis of babesiosis in Australia. In Workshop on Hemoparasites (Anaplasmosis and Babesiosis) (1975, Cali, Colombia). Wells EA (ed.). Workshop on Hemoparasites (Anaplasmosis and Babesiosis). Cali, Colombia, CIAT. p. 49-62. (Series CE-12).
- Mahoney, DF; Ross, DR. 1972. Epizootiological factors in the control of bovine babesiosis. *Australian Veterinary Journal* 48(5):292-298.
- Mangold, AJ; Aguirre, DH; Guglielmo, AA. 1990. Post-

- thawing viability of vaccines for bovine babesiosis and anaplasmosis cryopreserved with glycerol. *Veterinary Parasitology* 37(3):301-306.
- Manjunathachar, HV; Saravanan, B; Kesavan, M; Karthik, K; Rathod, P; Gopi, M; Balaraju, BL. 2014. Economic importance of ticks and their effective control strategies. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease* 4:S770- S779.
- Mosqueda, J; Olvera-Ramirez, A; Aguilar-Tipacamú, G; Canto, G. 2012. Current advances in detection and treatment of babesiosis. *Current Medicinal Chemistry* 19(10):1504-1518.
- Nari, A. 1995. Strategies for the control of one-host ticks and relationship with tick-borne diseases in South America. *Veterinary Parasitology* 57(1):153-165.
- Nari, A; Eddi, C; Martins, JR; Benavides, E (eds.). 2003. Resistencia a los antiparasitarios: Estado actual con énfasis en América Latina. Estudio FAO Producción y Sanidad Animal 157. Roma, Italia, FAO. 51 p.
- Ojeda, JJ; Orozco, L; Flores, R; Rojas, C; Figueroa, JV; Alvarez, JA. 2010. Validation of an attenuated live vaccine against babesiosis in native cattle in an endemic area. *Transboundary and Emerging Disease* 57(1-2):84-86.
- OIE (Organización Mundial de Sanidad Animal, Francia). 2014. Babesiosis bovina. Manual de las pruebas de diagnóstico y vacunas para los animales terrestres 2014. Capítulo 2.4.2. París, Francia. p. 1-18.
- OIE (Organización Mundial de Sanidad Animal, Francia). 2015. Anaplasmosis bovina. Manual de las pruebas de diagnóstico y vacunas para los animales terrestres 2015. Capítulo 2.4.1. París, Francia. p. 1-16.
- Otte, MJ; Abuabara, JY. 1991. Transmission of South American *Trypanosoma vivax* by the neotropical horsefly *Tabanus nebulosus*. *Acta Tropica* 49(1):73-76.
- Otte, MJ; Chilonda, P. 2000. *Animal Health Economics: An Introduction*. Roma, Italia, FAO. 12 p.
- Pathak, D; Mathur, VC; Latha, BR; John, L. 2004. *In vitro* effect of indigenous plant extracts on ixodid ticks of small ruminants. *Indian Journal of Animal Sciences* 74:616-617.
- Pérez de León, AA, Strickman, DA; Knowles, DP; Fish, D; Thacker, EL; De La Fuente, J; Pound, JM. 2010. One Health approach to identify research needs in bovine and human babesioses: workshop report. *Parasites & Vectors* 3(1):36-47.
- Pérez de León, AA; Teel, PD; Auclair, AN; Messenger, MT; Guerrero, FD; Schuster, G; Miller, RJ. 2012. Integrated strategy for sustainable cattle fever tick eradication in USA is required to mitigate the impact of global change. *Frontiers in Physiology* 3:195.
- Pérez de León, AA; Vannier, E; Almazán, C; Krause, PJ. 2014a. Tick-borne protozoa. *In* Sonenhine, DE; Roe, RM (eds.). *Biology of Ticks*. 2 ed., vol. 2. Nueva York, Estados Unidos de América, Oxford University Press. p. 147-179.



- Pérez de León, AA; Teel, PD; Li, A; Ponnusamy, L; Roe, RM. 2014. Advancing integrated tick management to mitigate burden of tick-borne diseases. *Outlooks on Pest Management* 25(6):382-389.
- Pinto, J; Bonacic, C; Hamilton-West, C; Romero, J; Lubroth, J. 2008. Climate change and animal diseases in South America. *Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)* 27(2):599:613.
- Polanco, N; Benavides, E. 2009. Impacto económico de ectoparásitos del ganado: percepciones a partir de estudios de caso en Colombia. *In Congreso Nacional de Parasitología Veterinaria* (8, 2009, Mérida, México). *Memorias. Mérida, México, AMPAVE.* 214 p.
- Ribeiro, VLS; Avancini, C; Gonçalves, K; Toigo, E; von Poser, G. 2008. Acaricidal activity of *Calea serrata* (Asteraceae) on *Boophilus microplus* and *Rhipicephalus sanguineus*. *Veterinary Parasitology* 151(2):351-354.
- Ribeiro, VLS; Toigo, E; Bordignon, SA; Gonçalves, K; von Poser, G. 2007. Acaricidal properties of extracts from the aerial parts of *Hypericum polyanthemum* on the cattle tick *Boophilus microplus*. *Veterinary Parasitology* 147(1):199-203.
- Rivera, O. 2004. Altiplanos de Colombia. Cali, Colombia, Banco de Occidente. 203 p.
- Rodríguez-Valle, MR; Méndez, L; Valdez, M; Redondo, M; Espinosa, CM; Vargas, M; Leonart, R; Pérez, H; Seoane, G; Serrano, E; Boue, O; Lodos, J; Machado, H; Borroto, C; Joglar, M. 2004. Integrated control of *Boophilus microplus* ticks in Cuba based on vaccination with the anti-tick vaccine Gavac TM. *Experimental & Applied Acarology* 34(3-4):375-382.
- Rodríguez-Viva, RI; Rosado-Aguilar, JA; Ojeda-Chi, MM; Pérez-Cogollo, LC; Trinidad-Martínez, I; Bolio-González, ME. 2014. Control integrado de garrapatas en la ganadería bovina. *Ecosistemas y recursos agropecuarios* 1(3):295-308.
- Rojas, E. 2011. Eventos climáticos extremos y su impacto en la agricultura. *In Congreso de Ciencias y Tecnologías Ambientales* (2011, Bogotá, Colombia). *Memoria. Bogotá, Colombia, UDCA.*
- Romero, J. 2015. Guía para preparación de programas de salud animal con énfasis en el diseño de estrategias de intervención. Lima, Perú, IICA. (Documento de trabajo).
- Romero-Prada, JR; Soler-Tovar, D. 2012. Zoonosis Emergentes, Reemergentes y Desatendidas y Cambio Climático. *In Congreso de Salud Ambiental "Adaptación al Cambio Climático y Salud Ambiental"* (2012, Bogotá, Colombia). Bogotá, Colombia, MSPS, OPS, OMS.
- Romero-Salas, D; Mira, A; Mosqueda, J; García, Z; Hidalgo-Ruiz, M; Vela, NAO; Schnittger, L. 2016. Molecular and serological detection of *Babesia bovis*-and *Babesia bigemina*-infection in bovines and water buffaloes raised jointly in an endemic field. *Veterinary Parasitology* 217:101-107.

- Ruosteenoja, K; Carter, TR; Jylhä, K; Tuomenvirta, H. 2003. Future climate in world regions: an intercomparison of model-based projections for the new IPCC emissions scenarios. Vol. 644. Helsinki, Finlandia, Finnish Environment Institute.
- SISPVET (Sociedad Interamericana de Salud Pública Veterinaria). 2009. Declaración de Bonito. In Conferencia Mundial de Salud Pública Veterinaria (1, 2009, Bonito, Brasil).
- Snowball, GJ. 1957. Ecological observations on the cattle tick *Boophilus microplus*. (Canestrini) Australian Journal of Agricultural Research 8:394-413.
- Solari, MA; Nari, A; Cardozo, H. 1992. Impact of *Babesia bovis* and *Babesia bigemina* on the production of beef cattle in Uruguay. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz 87:143-149.
- Süss, J; Klaus, C; Gerstengarbe, FW; Werner, PC. 2008. What Makes Ticks Tick? Climate Change, Ticks, and Tick-Borne Diseases. Journal of Travel Medicine 15(1):39-45.
- Sutherst, RW. 2004. Global Change and Human Vulnerability to Vector-Borne Diseases. Clinical Microbiology Reviews 17(1):136-173.
- Sutherst, RW; Wharton, RH; Utech, KBW. 1978. Guide to studies on tick ecology. Indooroopilly, Australia, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization.
- Swart, RJ; Raskin, P; Robinson, J. 2004. The problem of the future: sustainability science and scenario analysis. Global Environmental Change 14(2):137-146.
- Utech, KB; Wharton, RH; Kerr, JD. 1978. Resistance to *Boophilus microplus* (Canestrini) in different breeds of cattle. Australian Journal of Agricultural Research 29:885-895.
- Valente, PP; Amorim, JM; Castilho, RO; Leite, RC; Ribeiro, MF. 2014. *In vitro* acaricidal efficacy of plant extracts from Brazilian flora and isolated substances against *Rhipicephalus microplus* (Acari:Ixodidae). Parasitology Research 113:417-423.
- Vassallo, M; Paul, REL; Perez-Eid, C. 2000. Temporal distribution of the annual nymphal stock of *Ixodes ricinus* ticks. Experimental & Applied Acarology 24(12):941-949.
- Vial, HJ; Gorenflot, A. 2006. Chemoterapy against babesiosis. Veterinary Parasitology 138(1-2):147-160. Vizcaíno, O. 1980. Anaplasmosis y babesiosis en el ganado bovino. In Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Control de garrapatas. Bogotá, Colombia. p. 59-79. (Compendio n.º 39, Doc. BAC 4093).
- Wang, HH; Teel, PD; Grant, WE; Schuster, G; de León, AP. 2016. Simulated interactions of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*), climate variation and habitat heterogeneity on southern cattle tick (*Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus*) eradication methods in south Texas, USA. Ecological Modelling 342:82-96.



# Anexo

## Glosario

**Actividades antrópicas.** Las relacionadas con las acciones y decisiones de los humanos.

**Anemia.** Condición por la cual el cuerpo no tiene suficientes glóbulos rojos o hemoglobina en la sangre. Los glóbulos rojos le suministran el oxígeno a los tejidos corporales.

**Antígenos.** Sustancia ajena al organismo que el sistema inmune reconoce como amenaza, y sobre la cual parte la respuesta de defensa.

**Bovinos no inmunes.** Aquellos animales que no tienen defensas contra los microbios o los parásitos.

**Características fisiográficas.** Características asociadas al relieve de un territorio.

**Emisiones antropogénicas.** Gases de efecto invernadero derivados de la quema de combustibles fósiles y de la actividad humana como el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>) y el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O).

**Epidemiología.** Estudio del proceso de la enfermedad en poblaciones y los factores que determinan su ocurrencia. Agrupa los determinantes de enfermedad en tres grandes categorías: agente, huésped, y ambiente.

**Eritrocitos.** Glóbulos rojos de la sangre.

**Escenario epidemiológico.** Estudio de las condiciones de campo en donde se estudia el problema de enfermedad, analizando los factores relacionados con el ambiente, los animales, los agentes y vectores.

**Estabilidad endémica.** Situación epidemiológica de una población en la cual la presentación clínica de la enfermedad es escasa, a pesar del alto nivel de infección.

**Fisiografía.** Ciencia que estudia las características del relieve.

**Fómites.** Objetos (agujas, gasas, heno contaminado con garrapatas u otros materiales de uso común en el campo), mediante los cuales pasa un agente o un parásito de un animal infectado, a uno susceptible.

**Gases de efecto invernadero.** Principalmente el dióxido de carbono y el metano. La abundancia de estos gases, por actividades industriales, humanas y animales son responsables del efecto invernadero.

**Gestión de riesgos.** Cuando se sospecha la aparición o introducción de una enfermedad en una finca o zona, se intervienen los factores que pueden prevenir o a mitigar la entrada de estala misma. La gestión es una labor del servicio veterinario, con la colaboración de los ganaderos.

**Hematuria.** Presencia de sangre en la orina, el color de la orina puede variar. La orina en condiciones normales no posee sangre.

**Hemoglobinuria.** Presencia de hemoglobina en la orina, como consecuencia de la ruptura de glóbulos rojos.

**Hemólisis intravascular.** Destrucción de los glóbulos rojos dentro de los vasos sanguíneos.

**Hemoparásitos.** Organismos que viven en la sangre y que son transmitidos por vectores (garrapatas y moscas picadoras).

**Ictericia.** Coloración amarillenta de mucosas o áreas blancas de los ojos, que se produce por un aumento de bilirrubina en la sangre como resultado de ciertos trastornos hepáticos o de la sangre.

**Inestabilidad endémica.** Situación debida a un desbalance huésped-parásito que resulta en una escasa transmisión de los hemoparásitos, la presentación clínica de la enfermedad y donde la presencia de los parásitos es variable y difícil de predecir.

**Inmunidad coinfecciosa.** Los animales tienen inmunidad y también portan el parásito.

**Inmunógeno.** Sustancia que estimula la respuesta inmune.

**Manejo integrado de plagas (MIP).** Estrategia de control de parásitos que no solo restringe al empleo de acaricidas, sino la toma de de tomar ventaja de otros recursos biológicos existentes para el control y de prácticas de manejo.

**Países ecuatoriales.** Son 14 en total y están situados sobre la línea ecuatorial; el clima se caracteriza por temperaturas altas y lluvias abundantes. Colombia, Brasil y Ecuador son países ecuatoriales.

**Parasitemia.** La presencia de parásitos en la sangre.

**Preferendum.** Figura que explica la presencia y persistencia de las garrapatas en una región dada; brinda las bases para estimar la favorabilidad del hábitat para la reproducción de una especie dada de garrapata.

**Premunición.** Tipo de inmunidad que se genera relativamente rápido y de manera progresiva, y genera protección al huésped, sin que implique la eliminación del agente.

**Resistencia a los acaricidas.** Capacidad de soportar dosis mayores de un tóxico, que normalmente serían letales para la mayoría de los individuos en una población típica de la misma especie.

**Resistencia de los animales a la garrapata.** Características particulares del huésped que reduce o minimiza la capacidad de la garrapata, de establecerse en el animal.

**Riesgo.** Probabilidad de que suceda un evento, por ejemplo, enfermedad en los animales.

**Transmisión iatrogénica.** Cuando los agentes de infección (hematozoarios y otros) se transmiten mediante agujas o instrumentos cortantes, empleados en tratamientos o intervenciones sobre los animales.

**Transmisión transestadial.** Cuando los hematozoarios se pueden transmitir e ir pasando entre los diferentes estadios de su ciclo biológico.

**Transmisión transovárica.** Cuando los hematozoarios pueden pasar y transmitirse por los ovarios de la garrapata, permitiendo lo que permite, que los hemoparásitos pueden ser vehiculizados por varias generaciones de garrapatas.

**Triada epidemiológica.** Consta de tres elementos: agente, medio ambiente y animales susceptibles, mediante los cuales se estudian las interacciones que resultan en enfermedad.

**Variables endógenas y exógenas.** Las endógenas son las variables que corresponden o se originan en el organismo animal (raza, edad, sexo); las exógenas dependen del ambiente o de los parásitos y agentes presentes en el medio (época seca, presencia de garrapatas).







Este documento se terminó de imprimir  
en los talleres gráficos de **SINCO INDUSTRIA GRÁFICA EIRL**  
Jr. Huaraz 449 - Lima / [sincoindustriagrafica@gmail.com](mailto:sincoindustriagrafica@gmail.com)  
Diciembre 2016 - Lima / Perú



Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura

Sede Central. Apartado postal 55-2200  
San José, Vázquez de Coronado, San Isidro 11101 - Costa Rica  
Tel.: (+506) 2216 0222 / Fax: (+506) 2216 0233  
[iicahq@iica.int](mailto:iicahq@iica.int)  
[www.iica.int](http://www.iica.int)

