

Factores que influyen en la presentación actual de *Anaplasma sp.* y *Babesia spp.* en bovinos en el trópico

Factors that influence the current presentation of *Anaplasma sp.* and *Babesia sp.* in cattle in the tropics

Angieluz Aby Torres Torres¹, Maria Isabel Lara Díaz², Ruth Páez Díaz³

Recibido: 16 de octubre de 2020

Aceptado: 23 de noviembre de 2020

Resumen

Las enfermedades transmitidas por garrapatas ocasionan grandes pérdidas en la producción ganadera en las áreas tropicales y subtropicales de América Latina, principalmente porque transmiten patógenos de importancia con capacidad de infección como los protozoarios del Phylum Apicomplexa *Babesia bovis* y *Babesia bigemina*, y rickettsia como *Anaplasma marginale* en el ganado nativo y/o importado no vacunado. El objetivo del presente artículo es recopilar algunos de los factores de riesgo que influyen en el trópico para la presentación de *Babesia spp.* y *Anaplasma sp.* Dentro de estos factores influyen principalmente el estado del animal, los mecanismos de transmisión, los factores ambientales, las condiciones ecológicas y el manejo del animal dado por el propietario, entre otros. En conclusión, las prácticas inadecuadas en el manejo animal expone en gran medida a la población de bovinos a la presentación de *Anaplasma sp* y *Babesia spp.*, debido a las condiciones de inestabilidad enzoótica que generan, por lo que se hace necesario implementar estrategias que conlleven a un correcto manejo animal que mantenga la estabilidad enzoótica del predio y que se encuentren basadas en la evidencia científica, con el fin de favorecer la salud del animal, el aumento en la producción, la disminución de costos y sea una herramienta pertinente y oportuna al alcance del productor ganadero.

1. Estudiante de Facultad de Ciencias de la Salud. Programa Bacteriología y Laboratorio Clínico. Semillero de investigación Neonature, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.

2. Estudiante de Facultad de Ciencias de la Salud. Programa Bacteriología y Laboratorio Clínico. Semillero de investigación Neonature, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.

3. Docente, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.

Palabras claves: factores, *Babesia bovis*, *Babesia bigemina*, *Anaplasma marginale*, estabilidad enzoótica.

Abstract

Tick-borne diseases cause great losses in livestock production in tropical and subtropical areas of Latin America, mainly because they transmit important pathogens with infectious capacity, such as the protozoa of the Phylum Apicomplexa *Babesia bovis* and *Babesia bigemina* and rickettsia like *Anaplasma marginale* in the unvaccinated native and / or imported cattle. The objective of this article is to collect some of the risk factors that influence the tropics for the presentation of *Babesia* spp. and *Anaplasma* sp. These factors are mainly influenced by the state of the animal, the transmission mechanisms, environmental factors, ecological conditions and the handling of the animal given by the owner, among others. In conclusion, inadequate practices in animal handling largely expose the bovine population to the presentation of *Anaplasma* sp and *Babesia* spp., Due to the enzootic instability conditions that they generate, so it is necessary to implement strategies that involve to a correct animal management that maintains the enzootic stability of the farm and that is based on scientific evidence, in order to promote the health of the animal, increase production, decrease costs and be a relevant and timely tool when reach of the livestock producer.

Keywords: factors, *Babesia bovis*, *Babesia bigemina*, *Anaplasma marginale*, enzootic stability.

Introducción

Las enfermedades transmitidas por garrapatas ocasionan grandes pérdidas en la producción ganadera en las áreas tropicales y subtropicales de América Latina, principalmente porque transmiten patógenos de importancia veterinaria como son los proto-

zoos apicomplexa como *Babesia bovis*, *Babesia bigemina*, y la rickettsia *Anaplasma marginale* en el ganado nativo y/o el ganado importado no vacunado (1). Estos se conocen como hemoparásitos intracelulares, hemotrópicos y parásitos endoglobulares, que se caracterizan porque afectan los eritrocitos del huésped vertebrado (2). En América del Sur, estos se transmi-

ten principalmente por *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, conocida como la "Garrapata común del Ganado", y enmarca la distribución de estos patógenos desde Uruguay y el norte de Argentina hasta Guatemala, incluidas las islas del Caribe y las Antillas, exceptuando Chile (3). Actualmente, se conoce que la babesiosis y la anaplasmosis son endémicas en estas áreas y conforman un complejo de enfermedades también conocidas como fiebre de garrapatas del ganado.

La babesiosis bovina aguda es generalmente caracterizada por fiebre, apatía, anorexia, deshidratación y hemólisis progresiva (4), sin embargo, varía según la especie parasitante. En el caso de infección con *B. bovis*, se manifiesta una sintomatología más fuerte pudiéndose presentar abortos, diarrea, atrofia muscular y manifestaciones neurológicas como convulsiones, ataxia, parálisis, letargo, inapetencia y coma en algunos casos. La neurovirulencia se relaciona muy probablemente con la citoadhesión de los eritrocitos infectados a las células endoteliales vasculares y su posterior secuestro en la microvasculatura cerebral, lo que origina alteración en el flujo sanguíneo e inflamación (5). En la infección con *B. bigemina* se suele presentar signos menos severos y la muerte no es común, sin embargo, puede ocurrir (6). La fase aguda de la babesiosis cursa con hemoglobinuria,

que ocasiona orina color rojiza en el bovino, sin embargo, se debe tener presente que en Colombia también puede ocurrir la hematuria enzoótica bovina, asociada con el consumo del helecho *Pteridium aquilinum*, el cual crece fácilmente en suelos ácidos que han tenido cobertura de bosque, como es el caso de los suelos de la Orinoquía y Amazonía colombiana, por ello no se debe hacer solo un diagnóstico directo por el color de la orina (7).

Así mismo, en la anaplasmosis bovina, la bacteria infecta los eritrocitos del huésped y estos son posteriormente fagocitados por células reticuloendoteliales bovinas, lo que resulta en anemia extravascular e ictericia leve a severa sin hemoglobinemia y hemoglobinuria (8). Los síntomas clínicos pueden incluir el desarrollo de ataxia, pérdida de peso, descenso en la producción lechera, abortos durante la fase aguda, retraso en el desarrollo corporal y a menudo la muerte en bovinos mayores de 2 años (9).

La transmisión de estos hemoparásitos se encuentra determinada por la coexistencia de la triada vector-parásito-hospedador. En zonas donde existe un equilibrio entre el número de vectores, la tasa de inoculación del parásito y la apropiada respuesta inmune del bovino, ocurre un proceso de estabilidad, que se caracteriza por la inmunidad del hato y se refleja en

la ausencia de signos clínicos de los bovinos menores y mayores de 2 años (6). Epidemiológicamente, el estado de equilibrio entre el proceso infeccioso y la adquisición de inmunidad por parte de los hospedadores bovinos, se conoce como estabilidad enzoótica, en caso contrario, los brotes epizooticos son el resultado de la interrupción del equilibrio dinámico en la transmisión, estado conocido como inestabilidad enzoótica (10). Este último, genera efectos negativos en la salud animal y repercuten directamente en los indicadores económicos, asociados al impacto negativo sobre variables fisiológicas productivas, a la muerte del ganado y al incremento en costos de producción por el uso de medicamentos y asistencia médica veterinaria (4).

De este modo, en los estudios epidemiológicos se debe considerar una granja, predio o finca destinada a la producción ganadera, como una "unidad epidemiológica" (11), en estas, los bovinos son sometidos a diferentes condiciones y diferentes factores de riesgo. Por tanto, el objetivo de esta revisión es realizar una recopilación sobre los factores que inciden en la presentación de *Babesia spp.* y *Anaplasma marginale* en el trópico, con el fin de promover prácticas adecuadas en los ganaderos que generen un impacto positivo en la salud animal y en la producción ganadera.

Factores

La presencia y variación en la prevalencia tanto de *A. marginale* como de *Babesia spp.* en el trópico puede ser consecuencia de la influencia de varios factores. En un estudio mediante el modelo univariante se asociaron significativamente la raza, tipo de producción, propietario del rebaño, tamaño del rebaño, sistema de manejo, tamaño de la explotación, edad de la explotación, frecuencia de tratamiento profiláctico contra parásitos sanguíneos (profilaxis), presencia de garrapatas, frecuencia de eliminación de garrapatas, zona, distancia al bosque, la distancia al área de desechos, la distancia al asentamiento humano y la distancia al cuerpo de agua con la ocurrencia de *A. marginale*. No obstante, en el modelo multivariado fueron la raza, el dueño del hato, el sistema de manejo, la presencia de garrapatas y la frecuencia de eliminación de garrapatas, los factores de riesgo para la infección por *A. marginale* (12).

En contraste con la literatura hallada, se resalta el estado del animal, los mecanismos de transmisión, los factores ambientales, las condiciones ecológicas, y otras acciones propias del hombre y del manejo animal como los principales factores que inciden en la presentación tanto de *Anaplasma sp.* como de *Babesia spp.* en los bovinos del trópico (13).

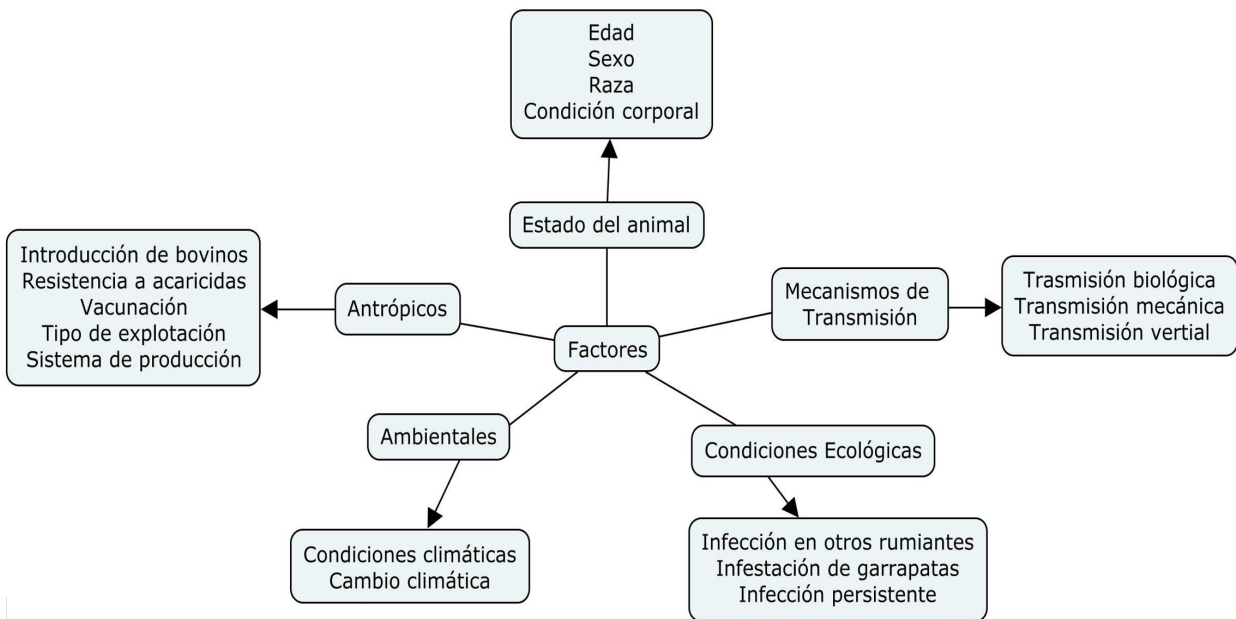


Figura 1. Factores que inciden en la presentación de *Anaplasma sp* y *Babesia spp.*
Fuente. Elaboración propia.

Estado del animal

El estado del animal se puede relacionar con la susceptibilidad del bovino para presentar *Anaplasma marginale*

y/o *Babesia spp.* Dentro de esta, intervienen variables que influyen de manera independiente sobre el bovino como la raza, la edad, el sexo y la condición corporal.



Figura 2. El estado del animal va a depender de variables independientes como la raza, el sexo, la edad y la condición, y cada una de ellas incide de manera independiente sobre el bovino.

Fuente. Elaboración propia.

Edad

Infecciones por *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* se han confirmado en becerros entre 8 y 15 días de nacidos (14) lo cual favorece una exposición temprana del becerro con el vector de hemoparasitos. Durante el primer año de vida, los becerros cuentan con una inmunidad pasiva transferida desde la madre, que perdura aproximadamente hasta los 9 meses de edad y donde interviene en gran medida los calostros de las vacas serológicamente positivas, en este caso para *A. marginale* (15). A partir de esta edad, se desarrolla una inmunidad adquirida condicionada por la constante inoculación de los hemoparásitos y permite que el sistema inmunológico garantice a los hospedadores la ausencia de signos y síntomas de la enfermedad (10).

En este caso, los terneros son menos susceptibles a la enfermedad clínica provocada por hemoparasitos. Sin embargo, cuando son esplenectomizados, son más susceptibles a la infección, y la anaplasmosis es a menudo más severa que la observada en el ganado adulto (16). De igual modo, se asocia una menor prevalencia de *Anaplasma marginale* en animales jóvenes debido a que por su corta edad, llevan menor tiempo de exposición a la trasmisión del hemoparásito, teniendo en cuenta que los animales permanecen infectados

de manera persistente a lo largo de su vida (17).

En contraste, en el sur este de Etiopía se halló una diferencia significativa en la prevalencia de babesiosis bovina siendo más alta en bovinos viejos (19,8%) y adultos (9,1%) que en bovinos jóvenes (3,8%). De manera similar, la prevalencia significativa más alta de anaplasmosis bovina se encontró en animales viejos (12,5%), seguidos de los adultos (3,2%) y la menor en animales jóvenes (0,9%). En el análisis de regresión logística, los animales viejos y adultos eran 4,46 y 2,22 veces más probables de ser positivos para babesiosis que los animales jóvenes, respectivamente, así mismo, tenían 11,32 y 3,11 veces más probabilidades de ser positivos para anaplasmosis que los animales jóvenes, respectivamente (18).

No obstante, diferentes estudios apuntan a que la prevalencia es mayor en ganado joven, encontrándose una tasa de infección significativamente más alta de *A. marginale* observada en animales jóvenes que en adultos, lo cual puede explicarse por el hecho de que son más susceptibles debido a que su piel es más suave, y facilita la penetración del vector en la boca (19)

Finalmente, la edad no es un factor que se comporte de la misma forma en los estudios consultados, sin em-

bargo, es cierto que al infectarse con estos hemoparásitos en los primeros años de vida privilegia al bovino con inmunidad adquirida, por tanto, lo protege de manifestar los síntomas clínicos de las hemoparasitemias.

Sexo

La prevalencia tanto de babesiosis como de anaplasmosis es insignificante entre los bovinos machos y hembras (18). Sin embargo, en otros estudios, se le atribuye mayor susceptibilidad de infección con *A. marginale* al ganado hembra, con una mayor prevalencia comparada con los machos; este evento se relaciona con el estrés fisiológico, como el embarazo y la lactancia, que las predispone a la infección por hemoparásitos (20).

Condición corporal

En un estudio donde clasificaron los bovinos según su condición corporal, en deficiente, media y buena, se encontró una diferencia significativa en la prevalencia presentada de anaplasmosis en los bovinos con condición corporal deficiente (10%), media (2,6%) y buena (1,7%), de igual manera para el caso de babesiosis, se registró un 18,6%, 5,8% y 3,5% de prevalencia en animales con mal, medio y buen acondicionamiento corporal, respectivamente, lo que sugiere que una condición corporal deficiente es

oportuna para la infección de hemoparásitos (18).

Raza

La raza es un factor determinante en la presentación de hemoparásitos, principalmente por la susceptibilidad al vector. Se ha visto que *Bos taurus*, en su mayoría de razas lecheras, son más susceptibles a las garrapatas, que las razas de *Bos indicus*, que presentan mayor resistencia (2). Por otro lado, el ganado cruzado es más susceptible a los hemoparásitos en comparación con las razas locales, esto debido a que mediante una exposición prolongada durante generaciones, el ganado local se ha permitido desarrollar resistencia a los vectores o al parásito, este factor, se asocia con la aclimatación de la raza local al entorno que los haría más resistentes a los factores estresantes que podrían predisponer a la infección, teniendo en cuenta que la menor prevalencia en el ganado autóctono se debe a la resistencia inherente a las garrapatas, lo cual se representa en una menor infección por *A. marginale*, (21) y/o *Babesia* spp.

Por ejemplo, la raza Blanco Orejinegro (BON) es una de las principales razas criollas colombiana que se reconoce por ser eficiente en productividad, adaptabilidad y resistencia a ectoparásitos, de aquí que en algunas

regiones no se les someta a tratamiento contra la infestación por garrapatas y por ello, se han obtenido mezclas genéticas del BON con otras razas productoras de leche, como el Holstein y así obtener bovinos destinados a la producción láctea en regiones cálidas (6).

En Córdoba Colombia, la prevalencia en bovinos *Bos indicus* raza gyr puros, se encontró que el 24,43% de los animales muestreados fue positivo a hematótricos, de los cuales el 20,61% fue positivos a *Anaplasma spp.*, el 3,05%, a *Babesia spp.* y el 0,76% a

Anaplasma sp. y *Babesia spp.* en coinfección (22).

Mecanismos de trasmisión

Los patógenos unicelulares frecuentemente requieren de un vector para infectar a su hospedador vertebrado. Este es el caso, del patógeno unicelular *Anaplasma sp.* que se transmite a los bovinos biológicamente, mecánicamente y por vía transplacentaria. No obstante, en el caso de *Babesia spp.*, su transmisión es únicamente vectorial o biológica.

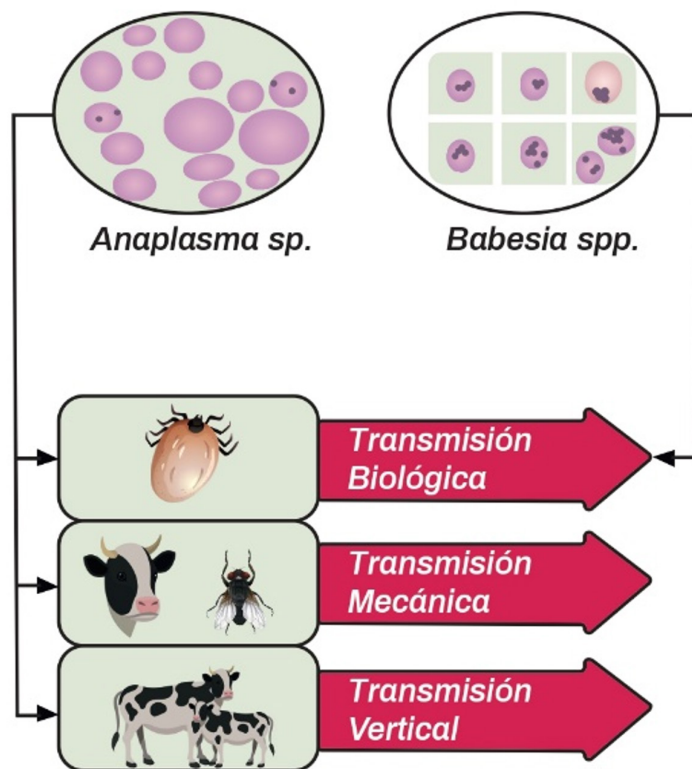


Figura 3. *Anaplasma marginale* se transmite a su hospedador vertebrado mediante transmisión biológica, mecánica y vertical, mientras que *Babesia spp.*, se transmite únicamente por transmisión biológica.

Fuente. Elaboración propia.

Transmisión biológica

Se reconoce que *R. (B.) microplus* es la especie de mayor importancia en el ámbito veterinario colombiano por su impacto en la salud bovina, debido a su papel como vector de hemoparásitos como *Babesia* spp. y *Anaplasma* sp. La distribución de esta garrapata es heterogénea, y a pesar de predominar en el trópico, se exceptúan áreas desérticas y de gran altitud. En Colombia, ha sido registrada en altitudes que oscilan entre 0 y 2.600 (m.s.n.m.) (3), y es frecuente en temperaturas que oscilan entre los 28 y 32°C y a una humedad relativa entre 85 y 90% (23). Además, en Colombia *R. (B.) microplus* es el único vector identificado, tanto de *B. bovis* como de *B. bigemina*, no obstante, para *Anaplasma marginale*, se reportan como vectores las garrapatas de los géneros *Rhipicephalus* spp., y *Dermacentor* spp. principalmente, y en algunos casos *Ixodes ricinus* (24) y otros artrópodos como los tábanos, que también pueden participar en la transmisión.

La transmisión de *A. marginale* en garrapatas hembras se produce entre los estadios de la fase parasitaria transestadial (que puede ocurrir de una etapa a otra), mientras que en machos adquiere más importancia la transmisión de un huésped a otro, intraestadial (dentro de una etapa); la transmisión transovárica de una ge-

neración de garrapatas a la siguiente no parece ocurrir (25). Las garrapatas *Dermacentor* machos pueden desempeñar un papel importante en la transmisión vectorial o biológica porque se infectan de manera persistente y pueden transmitir *A. marginale* repetidamente cuando se transfieren entre el ganado (26). Por lo tanto, las garrapatas machos también sirven como reservorio de *A. marginale* junto con el ganado infectado persistentemente (27).

Transmisión mecánica

Se indica para el caso de algunas especies de *Anaplasma* dentro de ellas *A. marginale*, el reporte de casos en donde la transmisión ocurre a través de fómites contaminados con sangre (28), dentro de lo que se incluyen agujas hipodérmicas, sierras para des-cornar, pinzas nasales, instrumentos para tatuar, dispositivos de marcado de orejas e instrumentos de castración (16). Además, las piezas bucales contaminadas con sangre de algunos dípteros chupadores de los géneros *Tabanus* spp. y *Stomoxys calcitrans* (29), también participan en este tipo de transmisión y donde la bacteria no cumple ningún ciclo biológico. La transmisión o "carry-over" por tábanos de caballos puede ser más importante que el papel del vector biológico de las garrapatas duras (*Ixodes* spp) en la propagación de la infección por

A. marginale al ganado (30); a pesar que la hembra succionan sangre sólo cada 3 a 4 días, su alimentación dolorosa suele ser interrumpida por los animales hospedadores varias veces, por lo que tienden a alimentarse de varios bovinos hasta completar su alimentación de sangre, siendo capaces de inocular *A. marginale* durante al menos 2 h (31). Es probable que esta forma de transmisión mecánica sea la principal vía de diseminación de *A. marginale* en ciertas zonas donde los vectores de garrapatas están ausentes y donde *R. (B.) microplus*, la garrapata tropical del ganado, no parece ser un vector biológico del agente (32).

Transmisión vertical

Además de la transmisión mecánica y biológica, *A. marginale* se puede transmitir de la vaca al ternero por vía transplacentaria durante la gestación (33). En 2005, se emitió un informe donde se describe la ocurrencia de un caso de anaplasmosis bovina congénita, donde se menciona que los mecanismos de cómo ocurre la transmisión transplacentaria no están claros, aunque probablemente no ocurre a través de la forma intraeritrocitaria, sino a través de una fase extraeritrocitaria potencialmente activa del microorganismo (34).

En Venezuela, se estableció una coincidencia en la presentación de

A. marginale en madres con infección subclínica y sus becerros entre 8 y 15 días de nacidos clínicamente sanos, analizados mediante técnica de PCR. Los becerros habían sido mantenidos en vaquera, lo cual sugiere una transmisión de la infección de madre a hijo por vía transplacentaria; este evento, alertó que la transmisión transplacentaria de *A. marginale* en bovinos en la región estudiada pareciera ser de frecuente ocurrencia, no obstante, este evento fue difícil de validar ya que por la naturaleza del trabajo no fue posible controlar fuentes de infección iatrogénica o vectorial mecánica que hayan podido ser la fuente de infección para los becerros (14).

Posteriormente, se realizó otro estudio en el que evaluaron 29 neonatos con menos de 24 horas de nacidos con sus respectivas madres recién paridas, en este estudio se demostró la detección molecular de ADN de *A. marginale*, mediante la amplificación del gen *msp5* del patógeno, en el 20,69% de las crías estudiadas y en el 100% de las hembras recién paridas madres de los neonatos estudiados (35).

Por otra parte, en el sur de Brasil, en un área de inestabilidad enzoótica se demostró que las vacas infectadas crónicamente con *A. marginale*, sin antecedentes de anaplasmosis aguda durante la gestación, pueden infec-

tar a las crías por vía transplacentaria (15). Así mismo, en Río de Janeiro, se amplificó ADN de *A. marginale* en el 41% de las muestras de sangre de terneros recién nacidos, lo cual sugiere una alta prevalencia de transmisión transplacentaria en el rebaño estudiado (11).

Por último, en un estudio realizado en el noreste de Brasil, se encontró que la transmisión vertical detectada por un método molecular se observó en 10 de 60 terneros para *A. marginale*, y la transmisión transplacentaria de *B. bovis* se encontró en 4 de 60 terneros y para *B. bigemina* se encontró en 2 de 60 terneros (36). Estos estudios permiten revelar que la transmisión transplacentaria, es posible en la

presentación de *Anaplasma marginale*, *Babesia bovis* y *Babesia bigemina*, lo cual es importante para el abordaje de la epidemiología de la enfermedad.

Factores ambientales

La ganadería es un renglón importante en la economía y se encuentra distribuida en todas las zonas de Colombia. Así mismo, la distribución de los hemoparasitos se ve condicionada según la distribución del vector. Por tanto, es importante tener en cuenta que los factores ambientales son limitantes clave para el crecimiento y distribución del vector, principalmente de *R. (B.) microplus*.

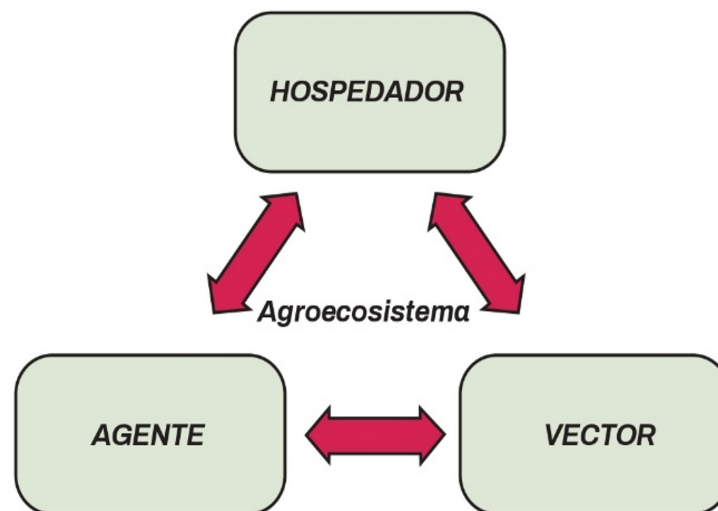


Figura 4. El agroecosistema se compone de factores abióticos (condiciones climáticas, cambio climático) y bióticos (seres vivos), además, determina y condiciona la triada Vector-Agente-Hospedador y la tasa de infección que pueda ocurrir en cada unidad epidemiológica.

Fuente. Elaboración propia.

Condiciones climáticas

En climas tropicales y subtropicales, las razas europeas están más infestadas de *R. (B.) microplus*, ya que no han sido objeto de coevolución con este ectoparásito. Las condiciones climáticas es un factor que incide directamente en el crecimiento de la población de garrapatas y en el desarrollo de vectores efectivos. De este modo, en un variado número de investigaciones no se encuentra relación en los meses reportados de mayor infestación de garrapatas en los bovinos, sin embargo, la coincidencia radica en que se presenta en la época seca o verano. En Cerrado Brasil, se han identificaron tres picos anuales en las infestaciones de garrapatas, en septiembre, febrero y mayo (37), por otro lado, en Caquetá Colombia los meses de mayor infestación se presentaron en enero, julio y diciembre (38).

A medida que la infestación de garrapatas se acrecienta, la presentación de *Anaplasma sp.* y *Babesia spp.* también lo hace. Este evento coincide con la época de mayor presentación de la fiebre de garrapatas del ganado según el concepto de los ganaderos de Puerto Rico-Meta Colombia que ocurre en noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, las cuales también son conocidas como épocas secas (7), así mismo, la proporción de infección de *Anaplasma marginale* es

de 15.9% y de *Babesia spp.* de 0.8% en época seca frente a 12,4% y 0,7% en época de lluvia (39).

Para Orjuela, el invierno influye negativamente sobre el ciclo parasítico de los ectoparásitos (garrapatas y moscas), encontrándose que en los meses de mayor intensidad de lluvias la presencia de estos disminuye (38).

Cambio climático

A pesar de que se determina que la frontera ecológica de distribución de *R (B) microplus* es inferior a los 2600 metros (m.s.n.m.), en un estudio se identifica la presencia y distribución de esta garrapata en el Altiplano Cundiboyacense (Colombia). Este estudio realizado en Colombia, registra la presencia de esta especie de garrapata en bovinos, a una altitud superior a los 2.600 msnm, específicamente a 2.903 msnm, en Pachavita - Boyacá (3). La presencia demostrada de la garrapata *R. (B.) microplus* en altitudes superiores a los 2.600 msnm sugiere la migración del ectoparásito hacia estas zonas y, en consecuencia, el riesgo potencial de tener bovinos con hemoparasitismo clínico en la región. Esto demuestra que el cambio climático resulta en la expansión del nicho geográfico de los vectores de garrapatas a regiones que anteriormente se consideraban no endémicas en los últimos años (40).

En regiones endémicas para garrapatas, como son la mayoría de regiones del trópico colombiano, la ocurrencia de brotes de babesiosis ocurre porque el hombre crea situaciones de inestabilidad enzoótica (7).

un agroecosistema, desde los aspectos biológicos y ecológicos del agente etiológico, teniendo en cuenta las relaciones que establece con su hospedador bovino y los hemoparásitos de los cuales es vector (41).

Condiciones ecológicas

Para comprender las infestaciones por garrapatas en el sistema ganadero, es necesario pensarlo como

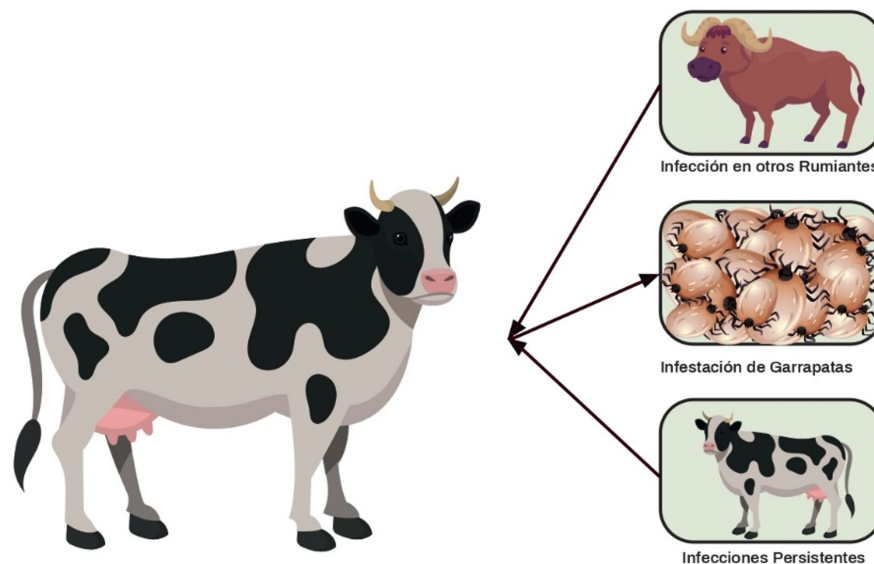


Figura 5. *R. (B.) microplus* según las condiciones ecológicas y climatológicas, establece 3 situaciones que favorecen la presentación de *Anaplasma* sp y *Babesia* spp. en la población de bovinos del trópico: infección en otros rumiantes, infestación de garrapatas e infecciones persistentes.

Fuente. Elaboración propia.

Infección en otros rumiantes

Anaplasma marginale y *Babesia* spp puede transmitirse, crecer y sobrevivir en una gran cantidad de animales domésticos y salvajes. En Córdoba Colombia se estudió una población de búfalos de agua (*Bubalus bubalis*) y en

ella se encontró el 15,8% con hemoparásitos, donde un 11,8% eran positivos para *Anaplasma marginale*, y un 4,6% para *Babesia* spp. (42).

Otras especies de animales de vida silvestre que también son infectados con *Anaplasma marginale* y *Babe-*

sia spp. de manera persistente, suelen producir infecciones leves o no aparentes y son factores potencialmente importantes en la epidemiología y la propagación de la anaplasmosis y babesiosis porque, como reservorios, podrían servir como fuente de sangre infecciosa para la propagación mecánica y la transmisión biológica por garrapatas, cabe aclarar que *Anaplasma marginales* se ha aislado de bovinos, ovinos, caprinos, entre ellos, búfalos de agua (*Bubalus bubalis*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), venado bura (*Odocoileus hemionus hemionus*), venado cola negra (*Odocoileus columbianus*), berrendo (*Antilocapra americana*), alce de las Montañas Rocosas (*Cervus elaphus nelsoni*), borrego cimarrón (*Ovis canadensis canadensis*), ñu negro (*Connochaetes gnu*), blesbuck (*Damaliscus albifrons*) y duiker (*Sylvicapra grimmii grimmii*) en donde desarrolla enfermedad aguda, sin embargo, el único animal salvaje en el que se informa que *Anaplasma sp* produce una enfermedad clínica grave es la jirafa. (43). Esto implica que hay una amplia gama de vertebrados que sirven como reservorios de infección para la transmisión mecánica y / o biológica del patógeno.

Infestación de garrapatas

Un predio el cual no se someta a control de garrapatas está sujeto a mantener una gran población de ectopa-

rásitos y con ello, un mayor riesgo de presentarse casos de babesiosis y anaplasmosis en los bovinos. Sin embargo, la infestación de garrapatas como factores de riesgo se ve más asociado a la presencia de babesiosis que de anaplasmosis, teniendo que el riesgo de aparición de babesiosis en el ganado infestado por garrapatas fue 17,46 veces más probable que en el ganado no infestado por garrapatas, mientras que para anaplasmosis este dato no fue significativo (18).

De igual forma, Orjuela en 2015, confirmó la existencia de correlación entre la infestación por garrapatas y la prevalencia de hemoparásitos, y por tanto el riesgo de presentación de babesiosis y anaplasmosis (38).

Infeción persistente

B. bovis tiene la capacidad de causar una infección persistente frente a fuertes respuestas inmunes en el ganado que sobrevive a la enfermedad aguda, lo que sugiere que *B. bovis* utiliza mecanismos de escape inmunitario (40). En este caso, los merozoitos de *B. bovis* que residen en los eritrocitos pueden ser secuestrados en la microvasculatura en una variedad de órganos, entre ellos, el cerebro; allí los glóbulos rojos infectados con formas adultas principalmente permanecen secuestrados (44), y al no circular en la sangre periférica, evitan la fago-

citosis por los macrófagos del bazo, lo que favorece el establecimiento de infecciones persistentes.

Así mismo, para *Anaplasma* sp. se tiene reportado que el ganado que sobrevive a la infección aguda desarrolla infecciones persistentes caracterizadas por rickettsemia cíclica de bajo nivel (45). De este modo, el ganado infectado de forma persistente tiene inmunidad de por vida y es resistente a la enfermedad clínica en caso de exposición, sin embargo, las infecciones persistentes contribuyen a una mayor propagación de *A. marginale* y *B. bovis* porque son una fuente de organismos para la transmisión mecánica y biológica.

Factores antrópicos

El sistema de producción ganadera es una práctica propia del ser humano, que está sujeta a la toma de decisiones del propietario del predio, al recurso que disponga y al conocimiento que tenga sobre esta. Por lo que en la mayoría de casos, en el devenir del sistema de producción se ve alterado el equilibrio ecológico entre los participante de la triada parásito-vector-hospedador por la implementación de inadecuadas técnicas o estrategias, teniendo como efecto que el hombre cree situaciones de inestabilidad enzoótica (7).

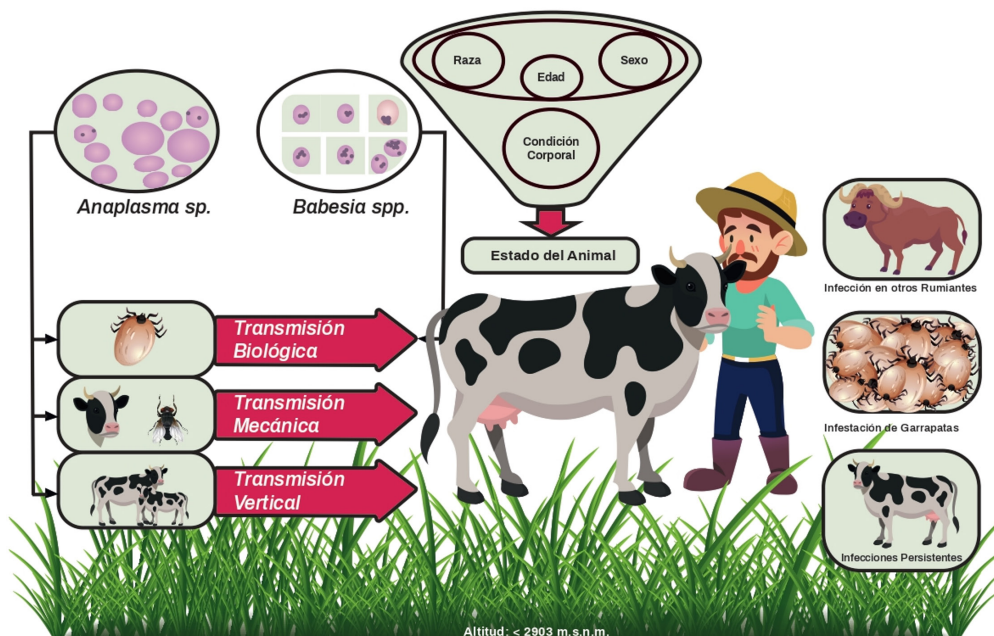


Figura 6. La tasa de infección de *Anaplasma* sp. y *Babesia* spp. se encuentra determinada por la relación agente-hospedador-vector. Los bovinos en el trópico interactúan con diferentes hospedadores entre su misma especie y con otros rumiantes como (*Bubalus bubalis*). Además, se encuentran inmersos en un medio que brinda las condiciones ecológicas y climáticas para el desarrollo de vectores efectivos y crecimiento de población. Los humanos determinan el uso de fármacos y acaricidas, que generalmente, llevado con un inadecuado manejo, favorece la resistencia a los acaricidas de *R. (B.) microplus*.

Fuente. Elaboración propia.

Introducción de bovinos

En áreas endémicas es recomendable restringir el movimiento de bovinos para proteger a los animales donde la enfermedad no es endémica (46). De esta forma, los animales infectados de forma persistente en áreas endémicas pueden ser responsables de brotes en un rebaño no expuesto, cuando se trasladan a un área libre de enfermedades y en presencia de los vectores (47).

Para *Anaplasma sp* y *Babesia spp* se tienen reportados casos de infecciones persistentes, por tanto, la quimioprofilaxis a veces no es suficiente para "limpiar" a los animales portadores y genera un alto costo. En el caso de anaplasmosis se ha usado oxitetraciclina y enrofloxacino, las cuales proporcionan una reducción de la rickettsemia, a veces con efecto anaplasmicida, sin embargo, a dosis inadecuadas la infección persiste (48) Por tanto, al trasladarse de lugar los bovinos se convierten en potenciales reservorios del parásito y en presencia de vectores biológicos o mecánicos puede ocurrir un brote.

Resistencia a acaricidas

Programas de control de garrapatas inconsistentes resultan en la reducción de las tasas de inoculación y bajos grados de resistencia tanto para

Babesia spp. como para *Anaplasma sp.* lo cual ocasiona en el predio una transición hacia la inestabilidad enzootica y la posterior aparición de brotes (49). Por tanto, un control intensivo de garrapatas junto con las variaciones climáticas anuales, interfiere directamente con el desarrollo de vectores efectivos (50).

En el municipio de Puerto Rico Meta en un estudio epidemiológico participativo se encontró que los brotes de babesiosis se ven intensificados por un excesivo celo en el control de garrapatas, ocurriendo cuando aparece resistencia a los garrapaticidas, sin embargo, se podría controlar a largo plazo disminuyendo la presión de uso de garrapaticidas (7). Por otro lado, el uso de amitraz al 12% cada 37 días interfiere con el ciclo de transmisión de *B. bigemina* y, en consecuencia, afecta el desarrollo de inmunidad protectora en un hato evaluado en Antioquia (6).

Igualmente, en la evaluación de muestras de *R. (B) microplus*, provenientes de seis regiones naturales de Colombia (Andina, Orinoquia, Pacífico, Caribe y Amazonia), se confirmó la pérdida de eficacia de amitraz y etion (ethion), sobre las poblaciones de garrapatas analizadas tras su uso indiscriminado y cotidiano. Sin embargo, se mantiene para algunas de las explotaciones el etión como opción acaricida, para el control de

poblaciones de garrapatas en la mayoría de las explotaciones (51).

En Santo Domingo de los Tsáchilas en Ecuador, se utilizó la técnica PCR-RFLP Ecil para identificar el gen de resistencia a amitraz en poblaciones de *Rhipicephalus microplus* de la provincia, lo que mostró una frecuencia relativamente alta de la mutación del gen del receptor octopamina / tiramina, la cual le proporciona a las garrapatas resistencia a amitraz: sin embargo, todavía la frecuencia de poblaciones de garrapatas que son completamente resistentes es baja, no obstante, esto puede continuar cambiando, debido a la presión de selección que ejercen los seres humanos con el mal uso de los acaricidas que favorece los fenotipos resistentes (52).

Por último, en Uruguay se reporta a lo largo de la historia resistencia en poblaciones de garrapatas a acaricidas como el arsénico, organoclorados (lindano y dieldrín), organofosforados, piretroides sintéticos, mezclas con organofosforados, amitraz, fipronil, ivermectina y lactonas macrocíclicas. Así mismo, la primera fecha en reportar la primera cepa multirresistente fue en el 2009, donde se detectaron cepas multirresistentes para al menos tres acaricidas y desde 2016 para al menos 4 y 5 acaricidas (53).

Vacunación

La inmunización mediante vacunación favorece a los bovinos una reducción significativa de la bacteriemia y/o parasitemia, y ha sido una forma económica y efectiva de controlar parcialmente la anaplasmosis y babesiosis bovina en todo el mundo. Actualmente para *Anaplasma* sp. se cuenta con dos tipos de vacunas, vivas y muertas, que consisten en el uso de eritrocitos bovinos infectados como fuente de antígeno. Estas inducen inmunidad protectora que silencia o previene la enfermedad clínica, pero ninguno de los tipos evita que el ganado se infecte persistentemente con *A. marginale* (46). En el caso de *Babesia* spp. una vacuna viva atenuada en ganado nativo confirió una protección del 93% y permitió restablecer la estabilidad enzoótica en la granja, esta vacuna reveló importancia no solo para la prevención sino también para controlar los brotes clínicos en zonas hiperendémicas (54). En este caso, las vacunas permiten la presentación del agente etiológico ante el sistema inmune, lo que favorece la resolución de su inmunidad adquirida, sin embargo, no queda exento de presentar infecciones persistentes.

Tipo de producción

La evaluación de la infección por sistemas de explotación resalta que

para *Anaplasma marginale* se presenta un porcentaje de infección de 14.1% en bovinos de explotación de carne, 16.4% en bovinos de explotación lechera y de 19.7% en bovinos de doble propósito. Así mismo, la infección por *Babesia spp.* es de 1.1%, 1.7% y 2.3% respectivamente (39).

Sistema de producción

El ganado criado en un sistema de producción intensivo, mostró la prevalencia más baja con *A. marginale*, comparado con el ganado criado en sistemas extensivos y semi-intensivos, esto ocurre porque el sistema intensivo garantiza con mayor eficiencia las condiciones de higiene y salubres para el animal, además de un mejor estado nutricional, crianza y atención veterinaria (55).

En el caso del sistema extensivo, el manejo de praderas se ve asociado a los brotes de babesiosis (7), y así mismo, en Mambaí, estado de Goiás, Brasil, en un rebaño de ganado que había sido sometido a un programa intensivo de control de garrapatas ocurrió un brote que ocasionó la muerte de 107 animales (37 terneros, 45 novillas y 25 vacas lactantes); en un principio los bovinos se mantenían en un sistema de pastoreo alterno con riego de pivote central en donde prácticamente no tenían contacto con las garrapatas, sin embargo, en febrero se generó

una prolongada escasez de alimentos, lo cual obligó a trasladar a algunos animales a una zona de silvopastoreo, cuando regresaron a la zona original, fueron infestados de garrapatas. No obstante, la baja diversidad genética de *Anaplasma marginale*, sugirió que la transmisión fue mantenida principalmente por moscas chupadoras de sangre y como evento reciente la transmisión por *R. (B.) microplus* (56).

Por último, otro factor que también se ha visto fluctuante en la prevalencia de *A. marginale* es el tamaño de la manada, de modo que, la prevalencia de *A. marginale* disminuye con el aumento del tamaño del rebaño, demostrando que las granjas con un tamaño de rebaño pequeño (≤ 100 bovinos) tenían la mayor prevalencia en comparación con las granjas de rebaño mediano y grande (57).

Conclusiones

La presencia de *Anaplasma sp* y *Babesia spp.* es necesario evaluarla desde un estudio integral, que relacione la prevalencia con los factores de riesgo asociados a su presentación. De esta manera, es más fácil determinar los factores que influyen, y con ellos, generar estrategias para el adecuado manejo animal y del predio teniendo en cuenta las condiciones ambienta-

les y ecológicas locales y los demás factores. De igual manera, es necesario comprender que estos factores no actúan de manera independiente, si no que en ocasiones convergen, y algunos pueden actuar de manera directa e indirecta sobre el hospedador, el vector, o el agente causal, lo que favorece de esta manera, la presencia de hemoparásitos, sin embargo, se presenta el riesgo de que en condiciones de inestabilidad enzoótica, se presenten brotes, pérdidas de la producción y de la vida del animal.

Dentro de los factores más frecuentemente relacionados con la prevalencia de estos hemoparásitos están la presencia del vector *R. (B.) microplus*, la transmisión mecánica por otros vectores y iatrogénica en el caso de *Anaplasma sp.*, la resistencia a garrapaticidas por el incremento en la frecuencia de baños, la disminución de la eficacia de estos acaricidas y las condiciones climáticas, presentándose en época de sequía para el caso del trópico colombiano. Y dentro de las menos nombradas se encontró la susceptibilidad racial relacionada con la producción de leche, carne o doble propósito, la transmisión transplacentaria, reservorios biológicos, infección persistente, cambio climático, el tratamiento con fármacos, introducción de bovinos a áreas no endémicas y el tipo de pastoreo. Existieron otros factores que no se desarrollaron en

el artículo debido a que sólo fueron nombrados en algunos, como es el caso del manejo del estrés y el estado nutricional del bovino.

De acuerdo con lo anterior, se hace necesario en primer lugar educar a los agricultores sobre el efecto de las garrapatas y las enfermedades transmitidas por garrapatas, y en segundo lugar generar e implementar estrategias que conlleven a un correcto manejo de los bovinos, basado en la evidencia científica, y donde se trabaje en el uso racional de acaricidas y fármacos para el tratamiento de endoparásitos, con el fin de establecer y mantener las áreas de producción ganadera en estabilidad enzoótica.

Por último, cabe resaltar que el papel de los bacteriólogos y microbiólogos en el ámbito veterinario es de gran importancia ya que de ellos puede depender el diagnóstico de estos hemoparásitos. Se requiere que este proceso se haga oportunamente porque de esta depende el tratamiento según el agente etiológico que lo afecte, lo que disminuye los costos generados por el manejo empírico de la enfermedad. Por otro lado, es oportuna su participación en investigaciones, que continúen esclareciendo los factores de riesgos que inciden en la presentación de dichos hemoparásitos.

Referencias

1. Benavides, E., Romero Prada, J., Villamil Jiménez, L. C., Sain, G., Calvo, G., Toledo, M., & Cárdenas Bejarano, G. (2016). 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 (No. IICA L72). IICA, Bogotá (Colombia) Universidad de La Salle, Bogotá (Colombia) Disponible: <http://repiica.iica.int/docs/B4212e/B4212e.pdf>
2. Guglielmone, A.A. Epidemiology of babesiosis and anaplasmosis in South and Central America. *Veterinary parasitology*. [Internet]. 1995. [citado 15 feb 2020]; 57 (1-3), 109-119. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/030440179403115D?via%3Dihub>
3. Vecino, J.A., Betancourt, J.A., Argüelles, J. y Pulido, L.A. Distribución de garrapatas *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* en bovinos y fincas del Altiplano cundiboyacense (Colombia). *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. [Internet]. 2010. [citado 26 feb 2020]; vol. 11, no 1, p. 73-84. Disponible en: <http://revista.corpoica.org.co/index.php/revista/article/view/197/202>
4. Kim, C.M., Blanco, L.B., Alhassan, A., Iseki, H., Yokoyama, N., Xuan, X. y Igarashi, I. Development of a rapid immunochromatographic test for simultaneous sero-diagnosis of bovine babesiosis caused by *Babesia bovis* and *Babesia bigemina*. *The American journal of tropical medicine and hygiene*. [Internet]. 2008. [citado 7 mar 2020]; vol. 78, no 1, p. 117-121. Disponible en: <http://www.ajtmh.org/content/journals/10.4269/ajtmh.2008.78.117#cite>
5. Sondgeroth, K. S., McElwain, T. F., Allen, A. J., Chen, A. V., y Lau, A. O. Loss of neurovirulence is associated with reduction of cerebral capillary sequestration during acute *Babesia bovis* infection. *Parasites & vectors*. [Internet]. 2013. [citado 15 jul 2020]; 6(1), 1-5. Disponible en: <https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/1756-3305-6-181>
6. Zapata, R., Lara, N., Baena, A., Reyes, J. y Ríos, L.A. Seroprevalencia de babesiosis bovina en la hacienda Vegas de la Clara, Gómez Plata (Antioquia), 2008. *Revista de Medicina Veterinaria*. [Internet]. 2011. [citado 7 mar 2020]; (21): 63-71. Disponible en: <https://doi.org/10.19052/mv.577>
7. Benavides, E., López, M. y Alayón, L.E. Enfermedades del ganado en la región de La Macarena (Meta). Un ejercicio de epidemiología participativa. *Revista de Medicina Veterinaria*. [Internet]. 2011. [citado 20 mar 2020]; (21): 41-62. Disponible en: <https://doi.org/10.19052/mv.570>
8. Quiroz-Castañeda, R. E., Amaro-Estrada, I., & Rodríguez-Camarillo, S. D. (2016). *Anaplasma marginale*: diversity,

- virulence, and vaccine landscape through a genomics approach. *BioMed research international*, 2016. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/bmri/2016/9032085/>
9. Ristic, M. (1977). Bovine anaplasmosis. *Parasitic protozoa*, 4, 235-249.
 10. Ríos, L. A., Zapata R., Reyes, J., Mejía, J., y Baena, A. Estabilidad enzoótica de babesiosis bovina en la región de Puerto Berrío, Colombia. *Rev. cient. (Maracaibo)* [Internet]. 2010. [citado 2 abr 2020]; 20 (5): 485-492. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592010000500006&lng=es
 11. Da Silva, J. B., de Santana Castro, G. N., y Fonseca, A. H. Estudo longitudinal dos fatores de risco para anaplasmosis e transmissão transplacentária em rebanhos bovinos." *Semina: Ciências Agrárias*. [Internet]. 2014. [citado 12 abr 2020]; 35 (4): 2491-2500. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n4Suplp2491>
 12. Ola-Fadunsin, S. D., Gimba, F. I., Abdullah, D. A., Sharma, R. S. K., Abdullah, F. J. F., & Sani, R. A. (2018). Epidemiology and risk factors associated with *Anaplasma marginale* infection of cattle in Peninsular Malaysia. *Parasitology international*, 67(6), 659-665. disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S138357691830196X?via%3Dihub>
 13. Rymaszewska, A., y Grenda, S. Bacteria of the genus *Anaplasma*—characteristics of *Anaplasma* and their vectors: a review. *Vet Med*. [Internet]. 2008. [citado 28 abr 2020]; vol. 53, no 11, p. 573-584. Disponible en: <https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/02841.pdf>
 14. Añez, N., Romero, O., Valbuena, H., Crisante, G., Rojas, A., Bolívar, A.M. et al. Detección de transmisión transplacentaria de *Anaplasma Marginale* en bovinos asintomáticos. *Rev. cient. (Maracaibo)* [Internet]. 2010. [citado 2 abr 2020]; 20 (4): 377 - 382. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592010000400007&lng=es
 15. Grau, H., Cunha, F.N., Pappen, F. y Farias, N.A. Transplacental transmission of *Anaplasma marginale* in beef cattle chronically infected in southern Brazil. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.* [Internet]. Junio de 2013 [citado 3 may 2020]; 22 (2): 189-193. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-29612013000200189&lng=en
 16. Kocan, K. M., De la Fuente, J., Guglielmo, A. A., & Meléndez, R. D. (2003). Antigens and alternatives for control of *Anaplasma marginale* infection in cattle. *Clinical microbiology reviews*, 16(4), 698-712. disponible en: <https://cmr.asm.org/content/16/4/698.short>

17. Guarnizo, T. R. M., Alvarez, D. O., Díaz-Sánchez, A. A., Cabezas-Cruz, A., Gutiérrez, L. Z., Marrero, S. M., & Corona-González, B. (2020). Epidemiology and genetic diversity of *Anaplasma marginale* in Zamora-Chinchi, Ecuador. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 101380. disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1877959X19302717>
18. Abdela, N., Ibrahim, N., & Begna, F. (2018). Prevalence, risk factors and vectors identification of bovine anaplasmosis and babesiosis in and around Jimma town, Southwestern Ethiopia. *Acta Tropica*, 177, 9–18. Disponible en: doi:10.1016/j.actatropica.2017.09.010
19. Jaimes-Dueñez, J., Triana-Chávez, O., & Mejía-Jaramillo, A. M. (2018). Genetic, host and environmental factors associated with a high prevalence of *Anaplasma marginale*. *Ticks and tick-borne diseases*, 9(5), 1286-1295. disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1877959X17304405?via%3Dihub>
20. Cheah, T. S., Sani, R. A., Chandrawathani, P., Bahri, S., & Dahlan, I. (1999). Epidemiology of *Trypanosoma evansi* infection in crossbred dairy cattle in Malaysia. *Tropical Animal Health and Production*, 31(1), 25-31. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1005177300345>
21. Swai, E. S., Karimuribo, E. D., Ogden, N. H., French, N. P., Fitzpatrick, J. L., Bryant, M. J., & Kambarage, D. M. (2005). Seroprevalence estimation and risk factors for *A. marginale* on smallholder dairy farms in Tanzania. *Tropical Animal Health and Production*, 37(8), 599-610. Disponible en : <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11250-005-4307-y#citeas>
22. Blanco, R., Cardona, J. y Vargas M. Prevalencia de parásitos hematópicos endoglobulares en bovinos gyr puros en Córdoba, Colombia. *Rev Med Vet.* [Internet]. 2016. [citado 14 may 2020]; (31): 67-74. Disponible en: <https://doi.org/10.19052/mv.3710>
23. Sutherst, R.W. y Bourne, A.S. The effect of desiccation and low temperature on the viability of eggs and emerging larvae of the tick, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Canestrini) (Ixodidae). *Revista Internacional de Parasitología.* [Internet]. 2006. [citado 3 may 2020]; 36 (2), 193–200. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2005.09.007>
24. Souza, A.L., Arias, W.A., Santos, C.F., Luíz, C.A. y Rêgo, A.G. Bovine babesiosis and anaplasmosis complex: diagnosis and evaluation of the risk factors from Bahia, Brazil. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.* [Internet]. 2014. [citado 3 may 2020]; 23 (3): 328-336. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/S1984-29612014064>
25. Stich, R. W., Kocan, K. M., Palmer, G. H., Ewing, S. A., Hair, J. A., & Barron, S. J.

- (1989). Transstadial and attempted transovarial transmission of *Anaplasma marginale* by *Dermacentor variabilis*. *American journal of veterinary research*, 50(8), 1377-1380. Disponible en : <https://europepmc.org/article/med/2782719>
26. Kocan, K. M., Goff, W. L., Stiller, D., Claypool, P. L., Edwards, W., Ewing, S. A., ... & Barron, S. J. (1992). Persistence of *Anaplasma marginale* (Rickettsiales: Anaplasmataceae) in male *Dermacentor andersoni* (Acari: Ixodidae) transferred successively from infected to susceptible calves. *Journal of medical entomology*, 29(4), 657-668. DISPONIBLE EN : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1495076/>
27. Kocan, K. M., Blouin, E. F., & Barbet, A. F. (2000). Anaplasmosis control: past, present, and future. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 916(1), 501-509. DISPONIBLE EN : <https://nyaspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1749-6632.2000.tb05329.x>
28. Dikmans, G. (1950). The transmission of anaplasmosis. *American Journal of Veterinary Research*, 11(38). Disponible en: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19521000379>
29. Scoles, G. A., Broce, A. B., Lysyk, T. J., & Palmer, G. H. (2005). Relative efficiency of biological transmission of *Anaplasma marginale* (Rickettsiales: Anaplasmataceae) by *Dermacentor andersoni* (Acari: Ixodidae) compared with mechanical transmission by *Stomoxys calcitrans* (Diptera: Muscidae). *Journal of medical entomology*, 42(4), 668-675. disponible en : <https://academic.oup.com/jme/article/42/4/668/912209>
30. Hornok, S., Földvári, G., Elek, V., Naranjo, V., Farkas, R., & de la Fuente, J. (2008). Molecular identification of *Anaplasma marginale* and rickettsial endosymbionts in blood-sucking flies (Diptera: Tabanidae, Muscidae) and hard ticks (Acari: Ixodidae). *Veterinary Parasitology*, 154(3-4), 354-359. doi:10.1016/j.vetpar.2008.03.019. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304401708001829>
31. Hawkins, J. A., Love, J. N., & Hidalgo, R. J. (1982). Mechanical transmission of anaplasmosis by tabanids (Diptera: Tabanidae). *American journal of veterinary research*, 43(4), 732-734. disponible en <https://europepmc.org/article/med/7073099>
32. Foil, L. D. (1989). Tabanids as vectors of disease agents. *Parasitology today*, 5(3), 88-96. disponible en : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0169475889900094>
33. Zaugg, J. L. (1985). Bovine anaplasmosis: transplacental transmission as it relates to stage of gestation. *American journal of veterinary research*, 46(3), 570-572.

- DISPONIBLE EN : <https://europepmc.org/article/med/3994125>
34. Gonçalves, R. C., da Silva, D. P. G., Chiacchio, S. B., Borges, A. S., Amorim, R. M., Bandarra, P., & Takahira, R. K. (2005). Anaplasmosis Neonatal em bezerro. *Veterinária Notícias*, 11(1). disponible en: <http://www.seer.ufu.br/index.php/vetnot/article/view/18645>
 35. Maldonado, J., Coronado, A., Kowalski, A., y Medina, J. (2012). Evidencia molecular de transmisión transplacentaria de *Anaplasma marginale* en becerros neonatos cebú de Venezuela. *Zootecnia Tropical*. [Internet]. 2012. [citado 14 may 2020]; vol. 30, p. 109-114. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/parasitarias/Bovinos_garrapatas_tristeza/08-anaplasma.pdf
 36. Costa, S., de Magalhães, V., de Oliveira, U., Carvalho, F., de Almeida, C., Machado, R. Z., et al. Transplacental transmission of bovine tick-borne pathogens: frequency, co-infections and fatal neonatal anaplasmosis in a region of enzootic stability in the northeast of Brazil. *Ticks and tick-borne diseases*. [Internet]. 2016. [citado 14 may 2020]; vol. 7, no 2, p. 270-275. disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2015.11.001>
 37. Bianchin, I., Catto, J.B., Kichel, A.N., Torres, R.A. y Honer, M.R. The effect of the control of endo-and ectoparasites on weight gains in crossbred cattle (*Bos taurus taurus* × *Bos taurus indicus*) in the central region of Brazil. *Tropical Animal Health and Production*. [Internet]. 2007. [citado 28 abr 2020]; 39 (4), 287–296. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11250-007-9017-1>
 38. Orjuela, J. A., Cuellar A. y Flórez, L. A. Estabilidad enzoótica de hemoparásitos en terneros de una zona de bosque húmedo tropical del piedemonte amazónico colombiano *Revista Facultad Ciencias Agropecuarias – FAGROPEC*. Universidad de la Amazonia, Florencia – Caquetá. [Internet]. 7(2). Pp. 55– 59. Julio – Diciembre de 2015. [citado 14 may 2020]; 20 (5): 485-492. Disponible en: <http://www.udla.edu.co/revistas/index.php/ciencias-agropecuarias/article/view/444>
 39. Herrera, M., Soto, Á., Urrego, V., Rivera, G., Zapata, M., y Rios, L. Frecuencia de hemoparásitos en bovinos del bajo Cauca y alto San Jorge. 2000–2005. *Revista MVZ Córdoba*. [Internet]. 2008. [citado 28 abr 2020]; Disponible en: <https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/revistamvz/article/view/380>
 40. Gallego, GM, Cooke, BM y Suárez, CE (2019). Interplay between Attenuation- and Virulence-Factors of *Babesia bovis* and Their Contribution to the Establishment of Persistent Infections in Cattle.

- Pathogens. [Internet]. 2019. [citado 15 jul 2020]; 8 (3), 97.) Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6789890/>
41. Echeverry, D. N. P., & Osorio, L. A. R. (2016). Aspectos biológicos y ecológicos de las garrapatas duras. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 17(1), 81-95. disponible en : <http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v17n1/v17n1a08.pdf>
 42. Cardona, J., Ensuncho, C., y Vergara, O. Frecuencia de hematópicos en tres explotaciones de búfalos (*Bubalus bubalis*) del departamento de Córdoba, Colombia. *Revista Científica*. [Internet]. 2012. [citado 14 may 2020]; vol. 22, no 6, p. 530-536. Disponible en : <https://www.redalyc.org/pdf/959/95925106006.pdf>
 43. Kuttler, K. L. (1984). *Anaplasma* infections in wild and domestic ruminants: a review. *Journal of wildlife diseases*, 20(1), 12-20 disponible en : <https://www.jwildlifedis.org/doi/abs/10.7589/0090-3558-20.1.12>
 44. Hutchings, C. L., Li, A., Fernandez, K. M., Fletcher, T., Jackson, L. A., Molloy, J. B., ... & Cooke, B. M. (2007). New insights into the altered adhesive and mechanical properties of red blood cells parasitized by *Babesia bovis*. *Molecular microbiology*, 65(4), 1092-1105. disponible en : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-2958.2007.05850.x>
 45. French, D. M., Brown, W. C., & Palmer, G. H. (1999). Emergence of *Anaplasma marginale* antigenic variants during persistent rickettsemia. *Infection and Immunity*, 67(11), 5834-5840. disponible en : <https://iai.asm.org/content/67/11/5834.short>
 46. Kocan, KM, de la Fuente, J., Blouin, EF, Coetzee, JF y Ewing, SA. The natural history of *Anaplasma marginale*. *Veterinary Parasitology*. [Internet]. 2010. [citado 29 mar 2020]; 167 (2-4), 95-107. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304401709005457?via%3Dihub>
 47. Tana-Hernández, L., Navarrete-Arroyo, K., Ron-Román, J., Reyna-Bello, A., & Chávez-Larrea, M. A. (2017). PCR-diagnosis of *Anaplasma marginale* in cattle populations of Ecuador and its molecular identification through sequencing of ribosomal 16S fragments. *BMC veterinary research*, 13(1), 392. disponible en : <https://link.springer.com/article/10.1186/s12917-017-1311-1>
 48. Facury-Filho Elias Jorge, Carvalho Antônio Último de, Ferreira Paulo Marcos, Moura Marcelo Fonseca, Apolinário Bethania Campos, Santos Leandro de Paula Henrique et al . Effectiveness of enrofloxacin for the treatment of experimentally-induced bovine anaplasmosis. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.* [Internet]. 2012 Mar [cited 2020 Aug 24] ; 21(1): 32-36. Available from: <http://>

- www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-29612012000100007&lng=en. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612012000100007>
49. Suarez, C. E., & Noh, S. (2011). Emerging perspectives in the research of bovine babesiosis and anaplasmosis. *Veterinary parasitology*, 180(1-2), 109-125. disponible en : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304401711003852>
 50. Vieira, L. L., Canever, M. F., Cardozo, L. L., Cardoso, C. P., Herkenhoff, M. E., Neto, A. T., y Miletti, L. C. Prevalence of *Anaplasma marginale*, *Babesia bovis*, and *Babesia bigemina* in cattle in the Campos de Lages region, Santa Catarina state, Brazil, estimated by multiplex-PCR. (2019). *Parasite epidemiology and control*, 6, e00114. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405673119300777>
 51. Araque, A., Ujueta, S., Bonilla, R., Gómez, D., y Rivera, J. Resistencia a acaricidas en *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* de algunas explotaciones ganaderas de Colombia. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica* 17.1. [Internet]. 2014. [citado 14 may 2020]; 161-170. Disponible en: <https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/article/view/951/1172>
 52. Maya-Delgado, A., Madder, M., Benítez-Ortíz, W., Saegerman, C., Berkvens, D., & Ron-Garrido, L. (2020). Molecular screening of cattle ticks, tick-borne pathogens and amitraz resistance in ticks of Santo Domingo de los Tsáchilas province in Ecuador. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 101492. disponible en : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1877959X19301505>
 53. Miraballes, C. y Riet-Correa, F. (2018). Una revisión de la historia de la investigación y el control de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, babesiosis y anaplasmosis en Uruguay. *Acarología experimental y aplicada*, 75 (4), 383-398. disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10493-018-0278-3>
 54. Ojeda, JJ, Orozco, L., Flores, R., Rojas, C., Figueroa, JV y Alvarez, JA (2010). Validación de una vacuna viva atenuada contra la babesiosis en bovinos autóctonos de una zona endémica. *Enfermedades transfronterizas y emergentes*, 57 (1-2), 84-86. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1865-1682.2010.01123.x>
 55. Sajid, M. S., Siddique, R. M., Khan, S. A., Zafar, I., & Khan, M. N. (2014). Prevalence and risk factors of anaplasmosis in cattle and buffalo populations of district Khanewal, Punjab, Pakistan. *Global Veterinaria*, 12(1), 146-153. disponible en: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20143091843>
 56. Machado Rosangela Zacarias, Silva Jenevaldo Barbosa da, André Marcos Rogério, Gonçalves Luiz Ricardo, Matos Carlos

Antonio, Obregón Dasiel. Brote de anaplasmosis asociado a la presencia de diferentes cepas de *Anaplasma marginale* en ganado lechero en los estados de São Paulo y Goiás, Brasil. *Rev. Bras. Parasitol. Veterinario*. [Internet]. Diciembre de 2015 [consultado el 24 de agosto de 2020]; 24 (4): 438-446. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-29612015000400438&lng=en. Publicación electrónica del 4 de diciembre de 2015. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612015078>

57. Da Silva, J. B., & Da Fonseca, A. H. (2013). Analysis of the risk factors related to the immune humoral anti-*Anaplasma marginale* in dairy cattle. *Semina: Ciências Agrarias*, 34(2), 777-784.. Disponible en : DOI: 10.5433/1679-0359.2013v34n2p777