

## PREVALENCIA DE HEMOPARÁSITOS EN TERNEROS DE DOBLE PROPÓSITO DE LA REGIÓN CENTRAL DE PANAMÁ<sup>1</sup>

**Rita González-Herrera<sup>2</sup>; Marcelino Jaén-Torrijos<sup>3</sup>; Selma Franco-Schafer<sup>4</sup>**

### RESUMEN

Con el objetivo de conocer la prevalencia y dinámica de infección de *Babesia bigemina*, *Babesia bovis* y *Anaplasma marginale*, se recolectaron muestras de sangre a 11 terneros desde recién nacidos hasta el destete, en dos fincas de doble propósito del arco seco de Panamá. Las muestras analizadas por Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR), mediante cebadores específicos, correspondían a los 3, 5 y 7 meses de edad de los terneros. El hemoparásito con mayor presencia en las muestras estudiadas fue *A. marginale*, seguido de *B. bigemina* y *B. bovis* con 31/33, 24/33 y 4/33 muestras positivas para la Finca El Ejido; y con 30/33, 15/33 y 7/33 muestras positivas para la Finca El Jaguito, respectivamente. La implementación de protocolos de biología molecular permitió la detección de bovinos portadores de hemoparásitos, lo cual es clave para establecer medidas de control eficaces y oportunas en las fincas estudiadas.

**Palabras clave:** *Anaplasma marginale*, *Babesia bigemina*, *Babesia bovis*, identificación molecular, PCR.

<sup>1</sup>Recepción: 02 de septiembre de 2024. Aceptación: 21 de octubre de 2024. Proyecto Manejo de la garrapata tropical del ganado bovino *Rhipicephalus microplus* en los sistemas de producción bovina, Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), 2014-2019

<sup>2</sup>IDIAP, Divisa, Laboratorio de Salud Animal. M.Sc. en Biotecnología.  
e-mail: [ritacarolinagonzalez@gmail.com](mailto:ritacarolinagonzalez@gmail.com); ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0003-6772-4038>

<sup>3</sup>IDIAP, Divisa, Laboratorio de Salud Animal. M.Sc. Ciencia Veterinaria Tropical.  
e-mail: [mjaen06@gmail.com](mailto:mjaen06@gmail.com); ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-2003-9706>

<sup>4</sup>IDIAP, Divisa, Laboratorio de Salud Animal. M.Sc. en Epidemiología Veterinaria.  
e-mail: [pkfranco91@gmail.com](mailto:pkfranco91@gmail.com); ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-1526-2938>



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

## PREVALENCE OF HEMOPARASITES IN CALVES FROM DUAL PURPOSE FARMS IN THE CENTRAL REGION OF PANAMA

### ABSTRACT

To determine the prevalence and dynamics of *Babesia bigemina*, *Babesia bovis* and *Anaplasma marginale* infection, blood samples were collected from 11 calves from newborn to weaning on two dual-purpose farms in the Dry Arch of Panama. The samples analyzed by Polymerase Chain Reaction (PCR), using specific primers, corresponded to calves at 3, 5 and 7 months of age. The hemoparasite with the highest presence in the samples studied was *A. marginale*, followed by *B. bigemina* and *B. bovis* with 31/33, 24/33 and 4/33 positive samples for the El Ejido Farm; and with 30/33, 15/33 and 7/33 positive samples for the El Jagüito Farm, respectively. The implementation of molecular biology protocols allowed the detection of cattle carrying hemoparasites, which is key to establish more effective and timely control measures on the farms studied.

**Keywords:** *Anaplasma marginale*, *Babesia bigemina*, *Babesia bovis*, molecular identification, PCR.

### INTRODUCCIÓN

En las regiones tropicales y subtropicales del mundo las enfermedades hemoparasitarias como anaplasmosis y babesiosis bovina, tienen como principal vector a la garrapata del bovino *Rhipicephalus microplus* (Parola & Raoult, 2001; Ravindran et al., 2006), aunque se ha demostrado que la anaplasmosis también es transmitida por otros géneros de garrapatas como *Dermacentor* e *Ixodes* (Kocan et al., 2004; Estrada-Peña et al., 2022) y mecánicamente por picadura de moscas o fómites contaminados con sangre (Kocan et al., 2003; Bock, et al., 2006; Reinbold et al., 2010).

La babesiosis bovina es una enfermedad parasitaria febril causada por los protozoarios intracelulares *Babesia bovis* y *Babesia bigemina*, los cuales producen lisis eritrocítica extensiva lo que conlleva a anemia, hemoglobinuria y riesgo de muerte del bovino (Bock et al., 2004). La anaplasmosis bovina en América es causada por *Anaplasma marginale*, una rickettsia que parasita los eritrocitos produciendo enfermedad hemolítica de



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

leve a severa, incluyendo signos como anemia, ictericia y abortos en bovinos (Bock et al., 2006; Aubry & Geale, 2011).

Las enfermedades hemoparasitarias representan un desafío para la industria láctea y de carne, ya que causan pérdidas en términos de morbilidad, mortalidad, pérdidas de producción, costo de servicios veterinarios y costo de tratamiento (Brown, 1997; Grisi et al., 2002).

El diagnóstico tradicional de hemoparásitos en bovinos requiere establecer la condición clínica de los animales y contrastarla con el grado de parasitemia y el nivel de hematocrito (Benavides Ortíz et al., 2012). Para el diagnóstico rutinario directo, se realiza la observación microscópica de frotis de sangre capilar teñidos con Giemsa. Este tipo de diagnóstico en animales persistentemente infectados es difícil y muchas veces errático, debido a la baja tasa de eritrocitos infectados en sangre periférica (Figuroa et al., 1992). Por ese motivo, la técnica de PCR (reacción en cadena de la polimerasa) surge como una alternativa diagnóstica con mayor sensibilidad, especificidad y ahorro de tiempo que las técnicas tradicionales (Figuroa et al., 1993; Bock et al., 2004).

En Panamá se han realizado investigaciones previas sobre la transmisión de *B. bovis* y *A. marginale* en bovinos mediante la evaluación de anticuerpos IgG, y se encontró una prevalencia por encima del 80% para ambos parásitos (Jaén, 2007; 2009). Sin embargo, existen pocos estudios que evidencien la presencia de *B. bigemina* en bovinos. Con lo anterior expuesto, el objetivo de este trabajo fue conocer la prevalencia de *Babesia bigemina*, *Babesia bovis*, y *Anaplasma marginale*, en dos fincas del sistema doble propósito de Coclé y Los Santos, en terneros de 3 a 7 meses de edad, mediante herramientas moleculares.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Tipo, zona y población de estudio

Se realizó estudio descriptivo de cohorte longitudinal. Se seleccionaron dos fincas del sistema doble propósito de las localidades del Ejido en Los Santos (Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá [IDIAP]) y en el Jaguito de Aguadulce (productor). Ambas fincas



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

pertenecen a la zona 1 del arco seco de Panamá, que se caracteriza por tener una precipitación anual de aproximadamente 1 500 mm, una altura de 1 100 msnm y los suelos son del tipo aluvión de costa (Ministerio de Desarrollo Agropecuario [MIDA] 2024a)

Durante el periodo de abril del 2015 a mayo del 2016 se escogieron de cada finca 11 terneros (*Bos taurus* x *Bos indicus*) machos y hembras, los cuales fueron muestreados desde el nacimiento cada 30 días hasta el destete. Los bovinos estuvieron naturalmente expuestos a la infestación por garrapatas, bajo las prácticas de manejo específicas de cada finca. Para este estudio se analizaron las muestras correspondientes a las edades de 3, 5 y 7 meses, para un total de 33 muestras por finca.

### **Toma de muestra**

En cada finca se obtuvo muestras de sangre completa de la vena yugular de los terneros. Las muestras fueron colectadas en tubos con EDTA de 3 ml y transportadas refrigeradas al Laboratorio de Salud Animal del IDIAP en Divisa. En el laboratorio las muestras de sangre se refrigeraron hasta su procesamiento.

### **Detección por Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR)**

La técnica de PCR ha demostrado ser una herramienta rápida, reproducible y con una alta sensibilidad y especificidad para el diagnóstico de hemoparásitos. En el presente trabajo, se validó una metodología que permite identificar la infección aguda o persistente mediante la detección directa del ADN de dichos parásitos. A continuación, se describe la metodología. El aislamiento de ADN de cada muestra se realizó con el kit comercial Wizard® Genomic DNA Purification, siguiendo las recomendaciones del fabricante. La calidad y cantidad de ADN se verificó mediante espectrofotometría. Para la identificación de *B. bigemina*, *B. bovis* y *A. marginale* se utilizaron los cebadores específicos BilA/BilB, BoF/BoR y 1773F/2957R, respectivamente. Las referencias de los cebadores se describen en el Cuadro 1. Para las reacciones de PCR se utilizó el kit comercial Taq PCR Master Mix, el cual contiene 2,5 unidades de Taq polimerasa, 1,5 mM de MgCl<sub>2</sub>, 1X de búfer de Taq y 200 µM de cada desoxinucleótido en un solo mix. Se adicionó 0,5 µM de cada iniciador y 100 ng de ADN de cada muestra en un volumen final de 25 µl.



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

**Cuadro 1. Secuencia de cebadores utilizados para las PCR individuales.**

Cebador	Secuencia (5'-3')	Patógeno	Referencia
<b>BiIA</b>	CATCTAATTTCTCTCCATACCCCTCC	<i>Babesia bigemina</i>	Figuroa et al., 1992
<b>BiIB</b>	CCTCGGCTTCAACTCTGATGCCAAAG		
<b>BoF</b>	CACGAGGAAGGAACTACCGATGTTGA	<i>Babesia bovis</i>	Suarez et al., 1991
<b>BoR</b>	CCAAGGAGCTTCAACGTACGAGGTCA		
<b>1773F</b>	TGTGCTTATGGCAGACATTTCC	<i>Anaplasma marginale</i>	Lew et al., 2002
<b>2957R</b>	AAACCTTGTAGCCCCAATTATCC		

El programa de amplificación fue igual para los tres parásitos y consistió en una desnaturalización inicial de 5 minutos a 95° C, seguido de 35 ciclos de desnaturalización a 95° C por 1 minuto, anillamiento a 58° C por 1 minuto y extensión a 72° C por 1 minuto. Adicional un ciclo de extensión final por 10 minutos a 72° C.

Las reacciones se repitieron dos veces para cada muestra y cada cebador. Para controles positivos se utilizaron muestras de animales con síntomas clínicos y confirmados positivos a hemoparásitos mediante evaluación microscópica de frotis sanguíneo. Como control negativo se utilizó agua ultrapura.

Los productos obtenidos de la PCR fueron analizados mediante electroforesis en geles de agarosa al 2% teñidos con SYBR Safe y visualizados con un sistema de documentación de geles. El tamaño de los productos de PCR fue estimado mediante un marcador de peso molecular de 100 pares de base.

### Prevalencia

Con los registros por muestreo de positivos y negativos obtenidos en la prueba de PCR para *B. bigemina*, *B. bovis* y *A. marginale*, se calculó la prevalencia mensual de cada parásito en cada finca; definida la prevalencia como la proporción de bovinos positivos sobre el total de bovinos analizados.

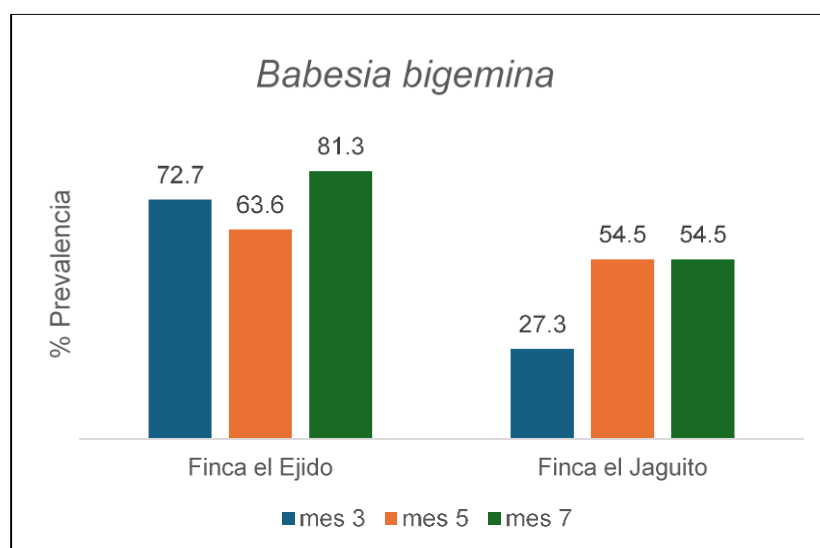


Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la finca El Ejido, el hemoparásito con mayor presencia en las muestras analizadas fue *A. marginale* (93,9 %; 31/33), seguido de *B. bigemina* (72,7%; 24/33) y *B. bovis* (12,1%; 4/33). Se encontró que el 12% (4/33) de las muestras analizadas presentaron una triple infección con *B. bigemina* + *B. bovis* + *A. marginale*; un 61% (20/33) mostraron coinfección de *B. bigemina* + *A. marginale*; un 21% (7/33) tuvo infección individual de *A. marginale* y un 6% (2/33) de las muestras resultaron negativas a los tres hemoparásitos. Es importante indicar que en el Ejido se han presentado casos clínicos esporádicos de estas enfermedades y con este estudio se confirma la presencia de estos parásitos.

La infección de *Babesia bigemina* se observó de la siguiente manera: para la finca El Ejido, la prevalencia más alta se ubicó en el mes 7 (81,8%; 9/11) y la más baja en el mes 5 (63,6%; 7/11). Para la finca el Jaguito, en los meses 5 y 7 se encontraron las prevalencias más altas (54,55%; 6/11) y en el mes 3 la prevalencia más baja (27,3%; 3/11) (Figura 1). El promedio de muestras positivas a *B. bigemina* para la finca El Ejido fue de 72,5% y para El Jaguito de 45,5%; y la prevalencia general de este parásito en el estudio fue de 58,9%.



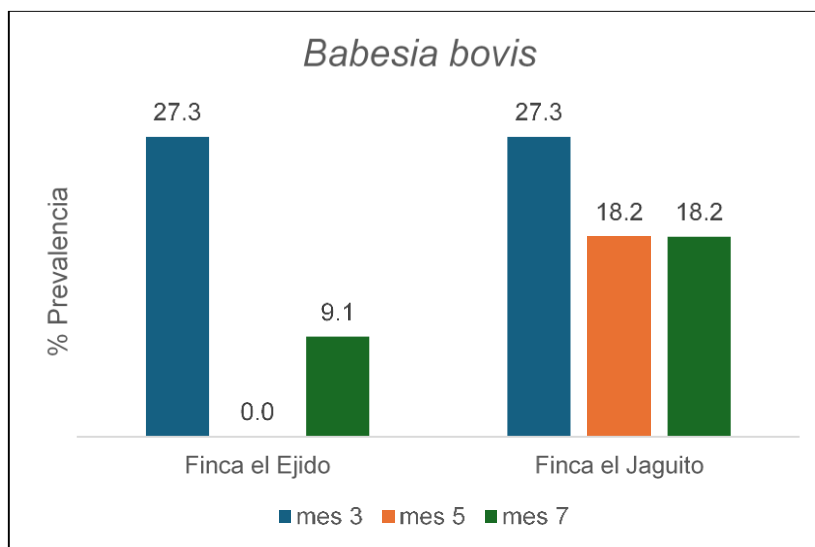
**Figura 1. Prevalencia de *Babesia bigemina* en terneros de dos fincas del sistema doble propósito de Coclé y Los Santos, a los 3, 5 y 7 meses de edad, entre abril de 2015 y mayo de 2016.**



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

En la Finca El Jaguito, el hemoparásito con mayor frecuencia fue *A. marginale* (90,9%; 30/33), seguido de *B. bigemina* (45,4%;15/33) y *B. bovis* (21,2%;7/33). Se observó que el 9% (3/33) de las muestras analizadas presentaron una triple infección de *B. bigemina* + *B. bovis* + *A. marginale*; en un 33% (11/33) se observó coinfección de *B. bigemina* + *A. marginale* y en un 12% (4/33) coinfección de *B. bovis* + *A. marginale*. Del total de muestras en esta finca, 36% (12/33) y 3% (1/33) mostraron infección individual para *A. marginale* y *B. bigemina*, respectivamente; y un 6% (2/33) resultaron negativas a los tres hemoparásitos.

En cuanto a la infección de *Babesia bovis*, para la finca El Ejido la prevalencia más alta se observó en el mes 3 (27,3%; 3/11) y la más baja en el mes 5 (0%). En la finca El Jaguito, la prevalencia más elevada se ubicó en el mes 3 (27,3%; 3/11); y en los meses 5 y 7 se encontraron las prevalencias más bajas (18,2%; 2/11) (Figura 2). El promedio de muestras positivas a *B. bovis* para la finca el Ejido fue de 12,1% y para El Jaguito de 21,2%; y la prevalencia general de este parásito en el estudio fue de 16,6%.

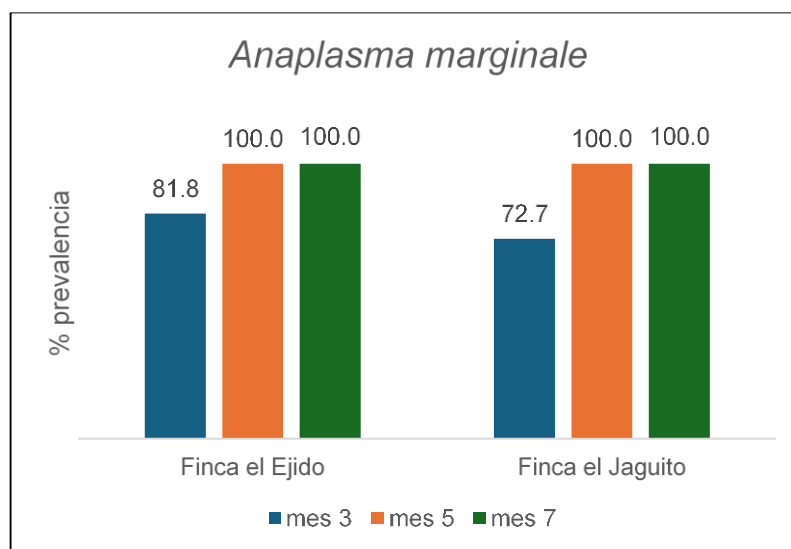


**Figura 2. Prevalencia de *Babesia bovis* en terneros de dos fincas del sistema doble propósito de Coclé y Los Santos, a los 3, 5 y 7 meses de edad, entre abril de 2015 y mayo de 2016.**



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Respecto a la infección de *Anaplasma marginale*, en el mes 3 se observó un 81,8% (9/11) y 72,7% (8/11) de prevalencia para la Finca El Ejido y Jaguito respectivamente; y en los meses 5 y 7 se encontró la totalidad de los terneros positivos (100%; 11/11) en ambas fincas (Figura 3). El promedio de muestras positivas a *A. marginale* para la finca El Ejido fue de 93,9% y para El Jaguito de 90,9%; y la prevalencia general de este parásito en el estudio fue de 92,4%.



**Figura 3. Prevalencia de *Anaplasma marginale* en terneros de dos fincas del sistema doble propósito de Coclé y Los Santos, a los 3, 5 y 7 meses de edad, entre abril de 2015 y mayo de 2016.**

*Anaplasma marginale* se transmite biológicamente por diferentes especies de garrapatas (Kocan et al., 2004) y se ha demostrado la transmisión transestadial, donde las garrapatas secretan formas infecciosas de la rickettsia en su saliva mientras se alimentan (Ueti et al., 2007). Hay estudios que también demuestran la transmisión transovárica de la rickettsia (Amaro Estrada et al., 2020). *A. marginale* se transmite además por insectos hematófagos como los *Tabanus*, los cuales están presentes en Panamá (Smithsonian Tropical Research Institute [STRI], 2024); y también se da la transmisión mecánica mediante el uso de material e instrumental utilizado en las prácticas de manejo sanitario que contengan sangre contaminada y que no hayan sido desinfectados apropiadamente



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



entre animales (Aubry & Geale, 2011). Por lo anterior, *A. marginale* es reportado con mayor frecuencia que las babesias y estos resultados son similares a lo que ha encontrado en países como Brasil (Costa et al., 2018), Ecuador (Medina-Naranjo et al., 2017) y Colombia (Herrera et al., 2008).

En Panamá, Jaén (2009), reportó en un estudio de tipo prospectivo en seis fincas de leche de las provincias de Herrera y Los Santos, entre los años 2006 – 2007 y mediante serología, una alta incidencia (80%) de *Anaplasma marginale* en 631 muestras de suero a la edad del destete de los terneros (210 días), independientemente del sistema de producción al cual pertenecían los bovinos, con lo cual se corrobora la presencia de esta rickettsia en bovinos del país.

Reportes de casos clínicos de anaplasmosis y babesiosis bovina son confirmados en forma rutinaria por pruebas de tinción de frotis sanguíneos por los Laboratorios de Diagnóstico del Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA). Según el boletín epidemiológico, para anaplasmosis bovina se reportaron 14/20 muestras positivas (70%) en las provincias de Panamá y Chiriquí en el año 2019; 2/2 muestras positivas (100%) en la provincia de Panamá en el año 2020 y 1/3 muestra positiva (33%) en Chiriquí para el año 2022 (MIDA, 2024b).

*Rhipicephalus microplus* es el vector principal de *B. bigemina* y *B. bovis*, sin embargo, otras especies de garrapatas también pueden ser transmisoras (Organización Mundial de Sanidad Animal [OMSA], 2021). La infección por babesias se produce cuando en las etapas de ninfa y adulta (en el caso de *B. bigemina*) y larvaria (en el caso de *B. bovis*), las garrapatas se alimentan del hospedador (bovino) (Smith, 1978). Las babesias luego se transmiten a los ovarios de las garrapatas y, por lo tanto, las larvas emergentes son portadoras de la infección (Claudio S. L. & Rafael, 2008). Sin embargo, la capacidad de *B. bigemina* de permanecer a través de generaciones de garrapatas en ausencia de reinfección, lo cual no es una característica de *B. bovis*, generalmente resulta en una mayor positividad de *B. bigemina* en comparación con *B. bovis* (Ríos-Tobón et al., 2014) y esto concuerda con lo encontrado en el presente estudio.



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Estudios serológicos en Panamá han demostrado la presencia de anticuerpos (IgG) contra *Babesia bovis* en bovinos. En un estudio realizado en bovinos de fincas de Leche de área de Capira, en la provincia de Panamá Oeste, se reportó una prevalencia general de 84,9 % para *Babesia bovis* en 252 muestras entre los años 1995 – 1996 (Jaén, 2007). La presencia de *B. bovis* también fue reportada para esos mismos años en la región de Arenas, provincia de Veraguas, en un estudio prospectivo, donde se encontró en 10 terneros de la raza Brahman, una incidencia del 80% del parásito a los 360 días de edad, y se concluyó que existía una buena inoculación de *B. bovis* en campo por la garrapata *R. microplus* (Jaén et al., 2009).

Según el boletín epidemiológico del MIDA en el año 2019, para babesiosis bovina se encontraron 2/61 muestras positivas (3%) en la provincia de Panamá, siendo éste el último reporte para babesiosis en los últimos 5 años en el país, según (MIDA, 2024b).

Debido a sus similitudes morfológicas no siempre es posible distinguir a *B. bovis* de *B. bigemina*, con lo cual la PCR ha demostrado ser de utilidad para la detección de babesias en bovinos portadores debido a su alta sensibilidad y especificidad en comparación con la observación microscópica de frotis de sangre (Awad et al., 2011; Mosqueda et al., 2012; Oliveira et al., 2008).

En Panamá, el diagnóstico de hemoparásitos se basa en técnicas parasitológicas y poco se ha investigado sobre la epidemiología de estas enfermedades. En áreas donde las garrapatas son endémicas, los bovinos desarrollan inmunidad a las infecciones por hemoparásitos luego del primer contacto y se mantienen como portadores sanos. Sin embargo, pueden ocurrir brotes de las enfermedades si se interrumpe la exposición de los animales jóvenes a las garrapatas y/o si se introducen garrapatas infectadas con babesias y anaplasma en áreas previamente libres de garrapatas (Aubry & Geale, 2011; OMSA, 2021).

La epidemiología de estas enfermedades se ha estudiado tradicionalmente mediante la identificación de anticuerpos IgG en bovinos de 3 a 9 meses de edad, y el cálculo de tasa de inoculación. Sin embargo, existen otros factores tales como una inmunidad pasiva insatisfactoria, estrés, estado nutricional, época del año, manejo, tipo de



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

pasto o altas tasas de infestación de pastos y ganado por el vector, que son importantes para comprender el comportamiento de los hemoparásitos y la clasificación de un estado como enzoóticamente estable o inestable (Amorim et al., 2014).

Es conocido que el uso de acaricidas altera la prevalencia de hemoparásitos, ya que la presencia permanente de garrapatas durante todo el año, permite en las fincas la inoculación continua de los patógenos en los bovinos desde el momento de su nacimiento; sin embargo, en este estudio no se realizó una medida de la frecuencia de baños garrapaticidas y tampoco se midió la carga de garrapatas en las fincas estudiadas, lo que hubiese permitido inferir sobre los factores que inciden en la presencia de *Babesia* spp. y *Anaplasma marginale* en estas dos fincas.

Este trabajo es el primer estudio en el que se utilizó la técnica de PCR para detectar la presencia de hemoparásitos en bovinos en Panamá. Sin embargo, existen reportes de trabajos donde se identifican molecularmente hemoparásitos en garrapatas. En el 2022, en una tesis de maestría, se encontró un 18,3% (15/82) de muestras de ADN de garrapatas positivas a *Anaplasma marginale*, y 0% para *B. bovis* y *B. bigemina*, en seis fincas ubicadas en las provincias de Chiriquí, Veraguas, Los Santos, Ngäbe-Buglé, Bocas del Toro y Panamá (Bernal López, 2022). En 2024, Bermúdez C et al. detectaron ADN de especies de *Anaplasmataceae* (*Ehrlichia minasensis* y *A. marginale*) en 21% (3/14) hembras de *R. microplus* que fueron recolectadas en una vaca en la provincia de Chiriquí.

EL diagnóstico de hemoparásitos en Panamá se realiza en campo, generalmente de manera clínica; no hay programas de control basados en estudios de inmunidad de las fincas, ni manejo integral de la garrapata ni vacunas; por lo tanto, es importante continuar con estudios epidemiológicos que permitan identificar las zonas en riesgo de ocurrencia de brotes y el impacto económico de estas enfermedades en la producción ganadera.



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

## CONCLUSIONES

- La técnica de PCR permitió el diagnóstico de *Babesia bigemina*, *B. bovis* y *A. marginale* en bovinos aparentemente sanos, demostrando ser una herramienta útil y replicable para estudios posteriores. El análisis bioinformático de productos de PCR permite caracterizar los genes de los parásitos, facilitando la identificación del potencial inmunogénico, lo cual es clave para la búsqueda de nuevas estrategias de control de los hemoparásitos. El siguiente objetivo de nuestras investigaciones consiste en la caracterización molecular de los parásitos de distintas áreas geográficas, para diferenciar cepas panameñas de las extranjeras, diferenciar fenotipos locales de patogenicidad, identificar haplotipos y ocurrencias de coinfección.
- En ambas fincas se detectó la presencia de los tres hemoparásitos, siendo *A. marginale* el más prevalente, seguido de *B. bigemina* y *B. bovis*, mostrando la necesidad de realizar más investigaciones epidemiológicas en otras regiones del país, con el fin de determinar los niveles de estabilidad enzoótica que existen en los sistemas ganaderos y el riesgo de desarrollar brotes de las enfermedades.

## REFERENCIAS

- Amaro Estrada, I., García-Ortiz, M. A., Preciado de la Torre, J. F., Rojas-Ramírez, E. E., Hernández-Ortiz, R., Alpírez-Mendoza, F., & Rodríguez Camarillo, S. D. (2020). Transmisión de *Anaplasma marginale* por larvas no alimentadas de garrapata *Rhipicephalus microplus* bajo condiciones experimentales. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 11(1), 116-131. <https://doi.org/10.22319/RMCP.V11I1.5018>
- Amorim, L. S., Wenceslau, A. A., Carvalho, F. S., Carneiro, P. L. S., & Albuquerque, G. R. (2014). Bovine babesiosis and anaplasmosis complex: diagnosis and evaluation of the risk factors from Bahia, Brazil. *Revista brasileira de parasitologia veterinária*, 23(3), 328-336. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612014064>
- Aubry, P., & Geale, D. W. (2011). A review of Bovine Anaplasmosis. *Transboundary and Emerging Diseases*, 58(1), 1-30. <https://doi.org/10.1111/J.1865-1682.2010.01173.X>



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

- Awad, H., Antunes, S., Galindo, R. C., do Rosário, V. E., de la Fuente, J., Domingos, A., & El Hussein, A. M. (2011). Prevalence and genetic diversity of *Babesia* and *Anaplasma* species in cattle in Sudan. *Veterinary Parasitology*, 181(2-4), 146-152. <https://doi.org/10.1016/J.VETPAR.2011.04.007>
- Benavides Ortíz, E., Polanco Palencia, N., Vizcaíno Gerdt, O., & Betancur Hurtado, Ó. (2012). Criterios y protocolos para el diagnóstico de hemoparásitos en bovinos. *Revista Ciencia Animal*, 1(5),31-39. <https://revistas.lasalle.edu.co/index.php/ca/article/view/3652>
- Bermúdez C, S. E., Félix, M. L., Domínguez A, L., Araúz, D., & Venzal, J. M. (2024). Molecular screening of tick-borne microorganisms in ticks from rural areas of Panama, with the first record of *Ehrlichia minasensis* in *Rhipicephalus microplus* from Central America. *Veterinary Research Communications*, 48(2), 1301-1308. <https://doi.org/10.1007/S11259-024-10306-2>
- Bernal López, K. J. (2022). *Identificación molecular de garrapatas y detección de sus patógenos asociados en fincas de ganado bovino, Panamá* (Tesis de Maestría, Universidad de Panamá. Vicerrectoría de Investigación y Postgrado). Repositorio institucional. <http://up-rid.up.ac.pa/id/eprint/7994>
- Bock, R., Jackson, L., De Vos, A., & Jorgensen, W. (2004). Babesiosis of cattle. *Parasitology*, 129(S1), S247-S269. <https://doi.org/10.1017/S0031182004005190>
- Bock, R. E., de Vos, A. J., & Molloy, J. B. (2006). Tick-borne diseases of Cattle. *Australian and New Zealand Standard Diagnostic Procedures*, 1-29. <https://www.agriculture.gov.au/agriculture-land/animal/health/laboratories/procedures/anzsdp/tick-borne-diseases>
- Brown, C. G. (1997). Dynamics and impact of tick-borne diseases of cattle. *Tropical Animal Health and Production*, 29,(S4),1S-3S. <https://doi.org/10.1007/BF02632905>



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Costa, V. M.M, Ribeiro, M. F. B., Duarte, G. A.F. P, Soares, J. F., Azevedo, S. S., Barros, A. T. M., Riet-Correa, F., & Labruna, M. B. (2018). Incidência de *Anaplasma marginale*, *Babesia bigemina* e *Babesia bovis* em bezerros no semiárido paraibano. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 38(4), 605-612. <https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-4786>

Claudio S. L., B., & Rafael, F. (2008). Babesiosis. In: Foreign animal diseases. 7th edition. *United States Animal Health Association*, 147-158. [https://www.usaha.org/upload/Publication/Other/FAD\\_7th\\_Combined.pdf](https://www.usaha.org/upload/Publication/Other/FAD_7th_Combined.pdf)

Estrada-Peña, A., Mallón, A. R., Bermúdez, S., Fuente, J. de la, Domingos, A., García, M. P. E., Labruna, M. B., Merino, O., Mosqueda, J., Nava, S., Cruz, R. L., Szabó, M., Tarragona, E., & Venzal, J. M. (2022). One Health Approach to Identify Research Needs on *Rhipicephalus microplus* Ticks in the Americas. *Pathogens*, 11(10), 1180. <https://doi.org/10.3390/pathogens11101180>

Figuroa, J. V., Chieves, L. P., Johnson, G. S., & Buening, G. M. (1992). Detection of *Babesia bigemina*-infected carriers by polymerase chain reaction amplification. *Journal of Clinical Microbiology*, 30(10), 2576-2582. <https://doi.org/10.1128/JCM.30.10.2576-2582.1992>

Figuroa, J. V., Chieves. L.P, Johnson, G. S., & Buening, G. M. (1993). Multiplex polymerase chain reaction based assay for the detection of *Babesia bigemina*, *Babesia bovis* and *Anaplasma marginale* DNA in bovine blood. *Veterinary Parasitology*, 50(1-2) 69-81. [https://doi.org/10.1016/0304-4017\(93\)90008-B](https://doi.org/10.1016/0304-4017(93)90008-B)

Grisi, L., Massard, C. L., Moya Borja, G. E., & Pereira, J. B. (2002). Impacto econômico das principais ectoparasitoses em bovinos no Brasil. *A hora veterinária*, 21(125), 8-10. <https://www.scienceopen.com/document?vid=64b2ed5e-8178-4017-a178-3ac060feb7e3>

Herrera, M., Soto, Á., Urrego, V., Ribera, G., Zapata, M., & Rios, L. (2008). Frecuencia de hemoparásitos en bovinos del bajo Cauca y alto San Jorge, 2000-2005. *Revista*



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

MVZ Córdoba, 13(3), 1486-1494. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0122-02682008000300008&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0122-02682008000300008&script=sci_arttext)

Jaén T, M. (2007). Seroprevalencia de *Babesia bovis* en bovinos de leche del sistema doble propósito localizados en un Bosque húmedo tropical de Panamá. *Boletín de Parasitología*, 8(2), Impreso.

Jaén T, M. (2009). Estudio serológico prospectivo del *Anaplasma marginale* en terneros de fincas de producción de leche en la Región de Azuero. Panamá. 2007-2008. *Boletín de Parasitología*, 10(4). Impreso.

Jaén T, M., Vega B, V., & Vega, M. (2009). Incidencia de *Babesia bovis* en terneros Brahman en un bosque muy húmedo tropical de Panamá. 1996-1997. *Compendio de Resúmenes de Investigación En Salud Animal, Periodo 1980-2007*, 76. Impreso.

Kocan, K. M., De la Fuente, J., Guglielmono, A. A., & Meléndez, R. D. (2003). Antigens and alternatives for control of *Anaplasma marginale* infection in cattle. *Clinical Microbiology Reviews*, 16(4), 698-712. <https://doi.org/10.1128/CMR.16.4.698-712.2003>

Kocan, K. M., De La Fuente, J., Blouin, E. F., & Garcia-Garcia, J. C. (2004). *Anaplasma marginale* (Rickettsiales: Anaplasmataceae): recent advances in defining host-pathogen adaptations of a tick-borne rickettsia. *Parasitology*, 129(S1), S285-S300. <https://doi.org/10.1017/S0031182003004700>

Lew, A. E., Bock, R. E., Minchin, C. M., & Masaka, S. (2002). A *msp 1* a polymerase chain reaction assay for specific detection and differentiation of *Anaplasma marginale* isolates. *Veterinary Microbiology*, 86(4), 325-335. [https://doi.org/10.1016/S0378-1135\(02\)00017-2](https://doi.org/10.1016/S0378-1135(02)00017-2)

Ministerio de Desarrollo Agropecuario (2024a). Dirección Nacional de Ganadería. *Proyecto de Planificación Del Desarrollo Agrícola (PAN 74005)*. Recuperado el 26 de agosto de 2024. <https://es.slideshare.net/slideshow/panama-9928748/9928748>



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Ministerio de Desarrollo Agropecuario (2024b). *Dirección Nacional de Salud Animal (DINASA)*. Boletines Epidemiológicos.

Medina-Naranjo, V. L., Reyna-Bello, A., Tavares-Marques, L. M., Campos, A. M., Ron-Román, J. W., Moyano, J. C., ... & Chávez-Larrea, M. A. (2017). Diagnóstico de los Hemotrópicos *Anaplasma marginale*, *Trypanosoma* spp. y *Babesia* spp. mediante las técnicas de ELISAi y PCR en tres fincas ganaderas de la provincia de Pastaza, Ecuador. *Revista Científica*, 27(3), 162-171.

<https://www.redalyc.org/journal/959/95952010005/>

Mosqueda Gualito, J. J., Falcón Neri, A., Ramos Aragón, J. A., Canto Alarcón, G. J., & Camacho-Nuez, M. (2012). Estrategias genómicas y moleculares para el control de la babesiosis bovina. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 3, 51-59.

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-11242012000500007&lng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242012000500007&lng=es)

Oliveira, M. C. S., Oliveira-Sequeira, T. C. G. D, Regitano, L. C. A., Alencar, M. M. D, Néo, T. A., Silva, A. M., & Oliveira, H. N. D. (2008). Detection of *Babesia bigemina* in cattle of different genetic groups and in *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus* tick. *Veterinary Parasitology*, 155(3-4), 281-286.

<https://doi.org/10.1016/J.VETPAR.2008.04.022>

Parola, P., & Raoult, D. (2001). Ticks and tickborne bacterial diseases in humans: an emerging infectious threat. *Clinical Infectious Diseases: An Official Publication of the Infectious Diseases Society of America*, 32(6), 897-928.

<https://doi.org/10.1086/319347>

Ravindran, R., Rao, J. R., & Mishra, A. K. (2006). Detection of *Babesia bigemina* DNA in ticks by DNA hybridization using a nonradioactive probe generated by arbitrary PCR. *Veterinary Parasitology*, 141(1-2), 181-185.

<https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2006.04.033>



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



Reinbold, J. B., Coetzee, J. F., Hollis, L. C., Nickell, J. S., Riegel, C. M., Christopher, J. A., & Ganta, R. R. (2010). Comparison of iatrogenic transmission of *Anaplasma marginale* in Holstein steers via needle and needle-free injection techniques. *American Journal of Veterinary Research*, 71(10), 1178-1188.

<https://doi.org/10.2460/ajvr.71.10.1178>

Ríos-Tobón, S., Gutiérrez-Builes, L. A., & Ríos-Osorio, L. A. (2014). Assessing bovine babesiosis in *Rhipicephalus* (Boophilus) *microplus* ticks and 3 to 9-month-old cattle in the middle Magdalena region, Colombia. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 34(4), 313-319. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2014000400002>

Smith, R. D. (1978). Ciclo biológico de Babesia en la garrapata. *Ciencia Veterinaria*, 2, 233-264. <https://fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CVvol2/CVv2c9.pdf>

Smithsonian Tropical Research Institute. (2024). Specimen Records Collections. <https://panamabiota.org/stri/collections/index.php>

Suarez, C. E., Palmer, G. H., Jasmer, D. P., Hines, S. A., Perryman, L. E., & McElwain, T. F. (1991). Characterization of the gene encoding a 60-kilodalton Babesia bovis merozoite protein with conserved and surface exposed epitopes. *Molecular and Biochemical Parasitology*, 46(1), 45-52.

[https://doi.org/10.1016/0166-6851\(91\)90197-E](https://doi.org/10.1016/0166-6851(91)90197-E)

Ueti, M. W., Reagan, J. O., Knowles, D. P., Scoles, G. A., Shkap, V., & Palmer, G. H. (2007). Identification of Midgut and Salivary Glands as Specific and Distinct Barriers to Efficient Tick-Borne Transmission of *Anaplasma marginale*. *Infection and Immunity*, 75(6), 2959. <https://doi.org/10.1128/IAI.00284-07>

Organización Mundial de Sanidad Animal. (2021). *OIE Technical Disease Card: Bovine Babesiosis*. [https://www.woah.org/en/document/bovine\\_babesiosis/](https://www.woah.org/en/document/bovine_babesiosis/)



Este trabajo está licenciado bajo una [licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)