



**Determinación de la prevalencia y factores de riesgo de babesiosis en explotaciones ganaderas (grandes, medianas y pequeñas) de la provincia de Orellana**

Quinapanta Caisaguano, Marlon Andres

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera Agropecuaria

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario

Dr. Ron Román, Jorge Washington, Mgtr.

24 de febrero del 2023



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera Agropecuaria

Certificación:

Certifico que el trabajo de integración curricular: **Determinación de la prevalencia y factores de riesgo de babesiosis en explotaciones ganaderas (grandes, medianas y pequeñas) de la provincia de Orellana**, fue realizado por el señor: **Quinapanta Caisaguano, Marlon Andres**, el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Sangolquí, 24 de febrero del 2023



JORGE WASHINGTON  
RON ROMÁN

Dr. Ron Román, Jorge Washington, Mgtr.

C. C. 1709505125

## Informe de originalidad

---

**NOMBRE DEL CURSO**

Documentos tesis 202250 y 202251

**NOMBRE DEL ALUMNO**

MARLON ANDRES QUINAPANTA CAISAGUANO

**NOMBRE DEL ARCHIVO**

MARLON ANDRES QUINAPANTA CAISAGUANO - Documento sin título

**SE HA CREADO EL INFORME**

24 feb 2023

---

### Resumen

Fragmentos marcados	1	0,3 %
Fragmentos citados o entrecomillados	1	0,3 %

**Coincidencias de la Web**

iasstate.edu	1	0,3 %
facebook.com	1	0,3 %

---



JORGE WASHINGTON  
RON ROMAN

Dr. Ron Román, Jorge Washington, Mgtr.

C. C. 1709505125



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera Agropecuaria

**Responsabilidad de Autoría**

Yo, **Quinapanta Caisaguano, Marlon Andres**, con cédula de ciudadanía No **1727296848**, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **Determinación de la prevalencia y factores de riesgo de babesiosis en explotaciones ganaderas (grandes, medianas y pequeñas) de la provincia de Orellana**, es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 24 de febrero del 2023

**Quinapanta Caisaguano, Marlon Andres**

C.C.: 1727296848



**Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura**

**Carrera Agropecuaria**

**Autorización de Publicación**

Yo, **Quinapanta Calsaguano, Marlon Andres**, con cédula de ciudadanía No. **1727296848** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **Determinación de la prevalencia y factores de riesgo de babesiosis en explotaciones ganaderas (grandes, medianas y pequeñas) de la provincia de Orellana** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios es de mi responsabilidad.

Sangolquí, 24 de febrero del 2023

**Quinapanta Calsaguano, Marlon Andres**

C.C.: 1727296848

## **Dedicatoria**

Quiero dedicar el resultado de este trabajo de investigación a toda mi familia. Principalmente a mi madre, Rosa, por su amor y apoyo, que fueron un pivote fundamental en el transcurso de mi carrera universitaria. Gracias por enseñarme a ser un hombre de trabajo y a siempre afrontar las dificultades que se me llegasen a presentar. Mis valores, mi perseverancia y mi empeño, todas esas cualidades se las debo a ella, que me han enseñado a ser la persona que soy hoy.

Al Sr. Sergio Rivera, que fue mi mentor desde la infancia, el cual me inculco la pasión por la agricultura y los animales. Él siempre estuvo ahí para apoyarme con sus conocimientos y su cariño incondicional. No me dejó caer en ningún vicio y me formó como una persona de bien.

También quiero de dedicarle este trabajo a Andrea, Carolina y Fátima, mis hermanas, por darme siempre una mano. Sus acciones y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona.

**Marlon Andres Quinapanta Caisaguano**

## **Agradecimientos**

Al Dr. Jorge Ron Román, Mgtr. por creer en mí, por todos los conocimientos impartidos y por hacerme partícipe del proyecto Bru-Tryp y su Grupo de investigación.

A la Universidad de Lieja (ULg) y Academia de Investigación y Enseñanza Superior (ARES) de Bélgica, por brindarme las herramientas para el desarrollo de este trabajo de investigación.

A la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario AGROCALIDAD, por la colaboración e información brindada para facilitar la ejecución de este proyecto.

A todos los ganaderos, técnicos de campo, técnicos de laboratorio y personal de apoyo por su participación en las actividades realizadas en los cantones Francisco de Orellana y La Joya de los Sachas de la provincia de Orellana.

A todos los amigos que hice en el transcurso de mi formación como profesional, que me apoyaron en las materias y no me dejaron decaer en ellas, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación, afecto y apoyo incondicional.

A mis amigos Belén C., Marcela G. y Francisco P. con los que compartí el último semestre de mi carrera, gracias por toda la ayuda que me brindaron.

A mis compañeras de Tesis Diana C. y Mishell A. por ser principales colaboradoras durante el desarrollo de este proyecto.

A la Ing. Gabriela M. y Mishell C. por el tiempo compartido y los consejos brindados.

A Nikole M. que llegó a mi vida en el momento justo, para darme el último empujón que me faltaba para terminar mi Tesis. Sin duda ella es lo mejor que me ha pasado.

Por último, quiero agradecer a la Carrera de Ingeniería Agropecuaria IASA I de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, por la formación profesional que me ha otorgado.

**Marlon Andres Quinapanta Caisaguano**

## Índice de contenidos

Carátula.....	1
Certificación .....	2
Resultados de la herramienta para verificación y/o análisis de similitud de contenidos.....	3
Responsabilidad de Autoría .....	4
Autorización de Publicación .....	5
Dedicatoria .....	6
Agradecimientos .....	7
Índice de contenidos.....	8
Índice de tablas.....	11
Índice de figuras.....	12
Resumen.....	13
Abstract.....	14
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>15</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>15</b>
Antecedentes .....	15
Justificación.....	15
Objetivos .....	16
Objetivo General .....	16
Objetivos Específicos .....	16
Hipótesis.....	17
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>18</b>
<b>REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>18</b>
Generalidades de la babesiosis.....	18
Agente causal.....	18



Taxonomía.....	18
Hospedadores .....	20
Patogenicidad.....	21
Periodo de Incubación.....	22
Signos clínicos y lesiones .....	22
Ciclo evolutivo de la enfermedad y transmisión .....	23
Diagnóstico .....	28
Factores de riesgo asociados a la enfermedad.....	29
Tratamiento y control.....	29
Prevalencia de la enfermedad .....	31
Programas de control de Agrocalidad .....	32
Diseño no experimental .....	33
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>34</b>
<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>34</b>
Ubicación geográfica y ecológica .....	34
Determinación de la talla de la muestra .....	35
Caracterización de los predios .....	35
Toma de muestras de sangre.....	36
Extracción de sangre .....	37
Recolección de información de parámetros zootécnicos y aplicación de la encuesta epidemiológica .....	38
Georreferenciación de los predios.....	39
Preparación de frotis sanguíneo.....	39
Análisis estadístico.....	40
Variables analizadas .....	40
Estadística descriptiva.....	40

Datos de prevalencia.....	41
Factores de riesgo.....	41
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>44</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>44</b>
Georreferenciación.....	44
Estadística descriptiva de la muestra .....	44
Distribución de los animales muestreados en base a la Unidad de Producción	
Agropecuaria (UPA) .....	44
Distribución de los animales muestreados por sector, tamaño de la finca y sexo .....	45
Distribución de los animales muestreados por edad y sexo .....	46
Distribución de animales por raza.....	47
Prevalencias.....	47
Prevalencia de babesiosis .....	47
Prevalencia por tamaño de finca .....	48
Prevalencia por sector, tamaño de finca y sexo.....	50
Prevalencia por raza .....	52
Prevalencia por edad .....	53
Dependencia de variables .....	54
Factores de riesgo .....	54
Socialización de resultados .....	55
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>57</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>57</b>
Conclusiones.....	57
Recomendaciones .....	57
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>59</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Descripción de la taxonomía de <i>Babesia</i> spp. ....	18
<b>Tabla 2</b> Descripción de los grupos experimentales utilizados y valores obtenidos de las diferentes variables.....	21
<b>Tabla 3</b> Perfil de sensibilidad en predio foco.....	31
<b>Tabla 4</b> Prevalencia de babesiosis en Latinoamérica.....	32
<b>Tabla 5</b> Prevalencia de babesiosis Ecuador.....	32
<b>Tabla 6</b> Porcentaje de muestreo en fincas de acuerdo al número total de bovinos.....	36
<b>Tabla 7</b> Medida de control (OR) casos expuestos y casos no expuestos. ....	42
<b>Tabla 8</b> Distribución de las muestras tomadas en base al tamaño de la finca.....	45
<b>Tabla 9</b> Distribución de las muestras por sector, tamaño de la finca y sexo.....	46
<b>Tabla 10</b> Distribución de las muestras por edad y sexo.....	46
<b>Tabla 11</b> Distribución de las muestras por raza .....	47
<b>Tabla 12</b> Prevalencia de babesiosis en muestras de bovinos analizados por la prueba de frotis sanguíneo y coloración Giemsa. ....	48
<b>Tabla 13</b> Prevalencia de babesiosis por tamaño de finca en muestras de bovinos analizados por la prueba de frotis sanguíneo y tinción Giemsa. ....	49
<b>Tabla 14</b> Prevalencia de babesiosis por sector, tamaño de finca y sexo. ....	50
<b>Tabla 15</b> Prevalencia de babesiosis por raza.....	52
<b>Tabla 16</b> Prevalencia de babesiosis por edad.....	53
<b>Tabla 17</b> Análisis de Chi-Cuadrado para las variables de estudio.....	54
<b>Tabla 18</b> Factores de riesgos asociados a la positividad de babesiosis bovinas en las fincas de estudio.....	55

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> <i>B. bovis</i> en un frotis de sangre de bovino con tinción Giemsa.....	19
<b>Figura 2</b> <i>B. bigemina</i> en un frotis de sangre de bovino con tinción Giemsa .....	20
<b>Figura 3</b> Ciclo biológico de <i>B. bovis</i> .....	24
<b>Figura 4</b> Garrapata <i>Rhipicephalus microplus</i> .....	26
<b>Figura 5</b> Garrapata <i>Amblyomma cajennense</i> .....	27
<b>Figura 6</b> Mapa de la zona de muestreo de la provincia de Orellana .....	34
<b>Figura 7</b> Extracción de sangre bovina de la vena coccígea .....	37
<b>Figura 8</b> Extracción de sangre bovina de la vena yugular.....	38
<b>Figura 9</b> Preparación frotis sanguíneo y observación al microscopio .....	40
<b>Figura 10</b> Mapa de las fincas positivas y negativas para babesiosis. ....	44
<b>Figura 11</b> Prevalencia de babesiosis por tamaño de finca .....	49
<b>Figura 12</b> Prevalencia de babesiosis por sector, tamaño de finca y sexo.....	51
<b>Figura 13</b> Prevalencia de babesiosis por categorías de raza.....	52
<b>Figura 14</b> Prevalencia de babesiosis por la discriminación de edades .....	53
<b>Figura 15</b> Socialización de resultados.....	56

## Resumen

La presente investigación se realizó con el fin de determinar la prevalencia y los posibles factores de riesgos de la babesiosis bovina, causada por el parásito endoglobular (*Babesia spp.*) en la provincia de Orellana, la cual se discriminó en los dos cantones más representativos de la misma, el primer cantón Francisco de Orellana con una altitud promedio de 300 m.s.n.m., el segundo cantón La Joya de los Sachas con una altitud promedio de 270 m.s.n.m., dándonos así un total de (n=41 – fincas) distribuidas en 4 grandes, 9 medianas y 28 pequeñas que fueron muestreadas al azar. Se obtuvo un total de (n=349 – bovinos) sin distinción de raza, edad y sexo, a los cuales se les extrajo muestras sanguíneas para el análisis de la prevalencia de babesiosis, utilizando las técnicas Frotis sanguíneo y tinción Giemsa. Los resultados obtenidos fueron una prevalencia en los dos sectores muestreados del 3,15% (11/349) y a nivel de finca del 19,51% (8/45). Por último, con ayuda de las encuestas epidemiológicas y las herramientas de análisis estadístico: Chi cuadrado y Odds Ratio (OR), se analizaron y evaluaron los posibles factores de riesgo que ocasionan la presencia de animales infectados con el hemoparásito. Se determinó una cero dependencia entre las variables de exposición y la variable de respuesta; de igual manera los factores de riesgo se encontraron dentro del rango no significativo. A pesar de ello, se llevó a cabo la capacitación sobre la enfermedad y los posibles factores que pueden llegar a generar un brote de babesiosis en la zona de estudio.

**Palabras clave:** hemoparásito, prevalencia, babesiosis, endoglobular.

## **Abstract**

The present investigation was carried out in order to determine the prevalence and possible risk factors of bovine babesiosis, caused by the endoglobular parasite (*Babesia* spp.) in the province of Orellana, which was discriminated in the two most representative cantons of the same, the first canton Francisco de Orellana with an average altitude of 300 meters above sea level, the second canton La Joya de los Sachas with an average altitude of 270 meters above sea level, thus giving us a total of (n=41 - farms) distributed in 4 big, 9 medium and 28 small that were randomly sampled. A total of (n=349 – bovines) without distinction of race, age and sex were obtained, from which blood samples were extracted for the analysis of the prevalence of babesiosis, using the techniques Blood smear and Giemsa stain. The results obtained were a prevalence in the two sampled sectors of 3.15% (11/349) and at the farm level of 19.51% (8/45). Finally, with the help of the epidemiological surveys and the statistical analysis tools: Chi square and Odds Ratio (OR), the possible risk factors that cause the presence of animals infected with the hemoparasite were analyzed and evaluated. Zero dependence was determined between the exposure variables and the response variable; Similarly, the risk factors were found within the non-significant range. Despite this, training was carried out on the disease and the possible factors that could lead to an outbreak of babesiosis in the study area.

**Keywords:** hemoparasite, prevalence, babesiosis, endoglobular.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### Antecedentes

La babesiosis es una enfermedad causada por hemoparásitos del género *Babesia*, se transmite por medio de la mordedura de garrapatas de la familia *Ixodidae*, donde éstas son portadoras de los protozoarios que invaden a los eritrocitos y los destruyen. Los animales infectados llegan a presentar síntomas como hemoglobinuria, fiebre, anemia, ictericia reducción en la producción e incluso la muerte, Soto & Herrera (2017).

En Latinoamérica *B. bovis* y *B. bigemina* son considerados como los agentes causales que infectan al ganado bovino. Soto & Herrera (2017) realizaron estudios en la provincia de Sucumbíos y Orellana obteniendo una prevalencia del 7,32% y 2,44% correspondientemente, señalando que la babesiosis es una enfermedad endémica, en zonas tropicales y subtropicales del Ecuador.

Vasco (2014) realizó un estudio en donde se analizaron 100 muestras con la técnica Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR), en donde se detectaron 15%, 20% y 8% muestras positivas a *B. bovis*, *B. bigemina* y coinfecciones respectivamente. Aguayo & Vinueza (2018) implementaron la prueba de Enzimo-inmunoanálisis de adsorción indirecto (ELISA) en 181 muestras de suero las cuales fueron obtenidas de 22 fincas, en donde encontraron que la prevalencia de *B. bigemina* fue de 21.55% y un 18,23% indicando la presencia de anticuerpos contra el hemoparásito mencionado anteriormente.

### Justificación

Ecuador es un país enfocado en la producción agropecuaria, en donde la ganadería es considerada el pilar básico de la economía nacional, especialmente para los productores rurales. Un total de 4.06 millones de bovinos están distribuidos en la provincia de Pichincha para la obtención de productos cárnicos, leche y sus derivados, en donde la producción total

del lácteo es aproximadamente 4'262.896 litros diarios para venta en líquido y 106.769 litros diarios para consumo de los terneros, Instituto Nacional Ecuatoriano de Censos y la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, (INEC & ESPAC, 2021).

No obstante, por la presencia de varios patógenos (p. ej., *Babesia* spp.), y la falta de conocimiento acerca de este hemoparásito, genera que los parámetros de producción y los ingresos económicos del ganado a menudo lleguen a disminuir, lo que resulta en una baja producción de leche y una inmunosupresión prolongada, INEC & ESPAC (2021).

El presente trabajo tiene como objetivo determinar la prevalencia y los factores de riesgos de babesiosis en explotaciones ganaderas (grandes, medianas y pequeñas) de la provincia de Orellana; el conocimiento del estatus de esta enfermedad posibilitará crear un plan de manejo preventivo.

## **Objetivos**

### ***Objetivo General***

Determinar la prevalencia y factores de riesgo de babesiosis en explotaciones ganaderas (grandes, medianas y pequeñas) de la provincia de Orellana.

### ***Objetivos Específicos***

Determinar la prevalencia de *Babesia* spp. en explotaciones ganaderas de la provincia de Orellana, por medio de las técnicas de laboratorio de frotis sanguíneo y coloración Giemsa.

Identificar y valorar los factores de riesgo asociados a la presencia de babesiosis en bovinos en explotaciones ganaderas (grandes, medianas y pequeñas), mediante el análisis de resultados de laboratorio y aplicación de encuestas epidemiológicas.

Capacitar a los propietarios de las explotaciones ganaderas sobre la babesiosis bovina, en función de la prevalencia y factores de riesgo identificados.



## **Hipótesis**

### ***Hipótesis Nula***

La prevalencia de *Babesia* spp. en las explotaciones ganaderas de la provincia de Orellana es nula.

### ***Hipótesis de Investigación***

La prevalencia de *Babesia* spp. en las explotaciones ganaderas de la provincia de Orellana es alta.

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### Generalidades de la babesiosis

##### Agente causal

*Babesia* spp. es un protozooario endoeritrocitario, que se encuentra en las regiones tropicales y subtropicales del mundo, cuya principal causa es la anemia en diferentes especies de animales; incluido el ganado bovino. La enfermedad, llamada babesiosis, se transmite de un animal a otro por medio de garrapatas (*Tick Borne Disease* o TBD). Las principales manifestaciones clínicas en bovinos son fiebre, anemia, hemoglobinuria y signos nerviosos, Chávez *et al.* (2021).

##### Taxonomía

###### Tabla 1

Descripción de la taxonomía de *Babesia* spp.

Reino	Protista
Phylum	Apicomplexa
Clase	Sporozoasida
Orden	Eucoccidiorida
Familia	Babesiidae
Género	<i>Babesia</i>
Especie	<i>B. bovis</i>
	<i>B. bigemina</i>
	<i>B. divergens</i>

Nota. Clasificación ordenada y jerarquizada de *Babesia* spp. Autores: Bock *et al.*, (2004).

##### ***Babesia bovis***

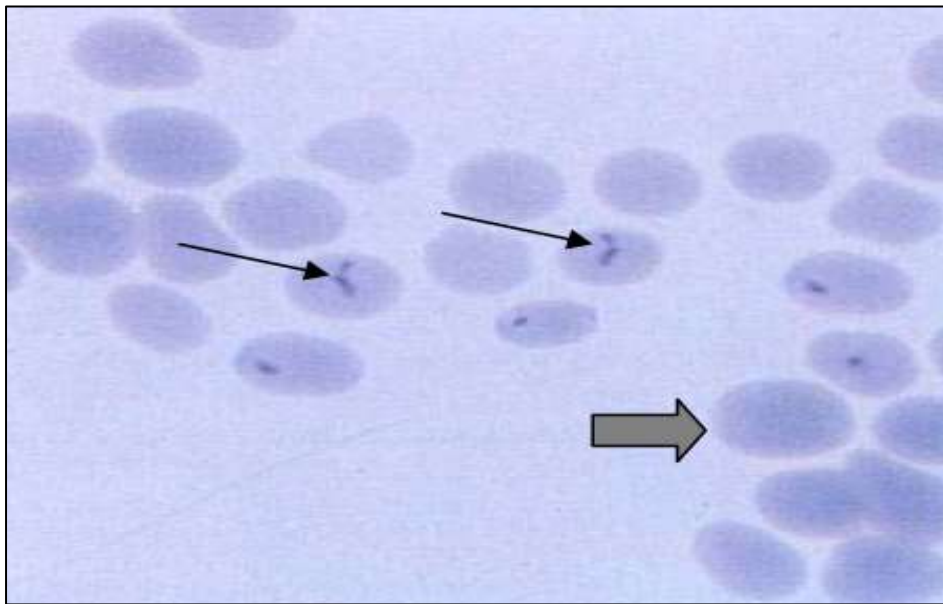
Es un parásito intracelular que se transmite por medio de garrapatas, ocasionando la forma más virulenta de la babesiosis, tiene un ciclo de vida complejo puesto a que tiene una replicación sexual en la garrapata vector y asexual en el huésped definitivo, que es el ganado bovino, Hassan *et al.* (2021).

## Morfología

La clasificación morfológica se encuentra dividida en dos grupos de acuerdo a su tamaño siendo éstas grandes y pequeñas con dimensiones entre 1,0-2,5 (µm) en donde se incluye a *B. bovis*, siendo ligeramente más grande que *B. divergens*; con forma de anillo de sello vacuoladas, Laha *et al.* (2015).

### Figura 1

*B. bovis* en un frotis de sangre de bovino con tinción Giemsa



*Nota.* Frotis sanguíneo con coloración Giemsa obtenido de un bovino infectado con *B. bovis*. Autores: Chaudhry *et al.* (2010).

### *Babesia bigemina*

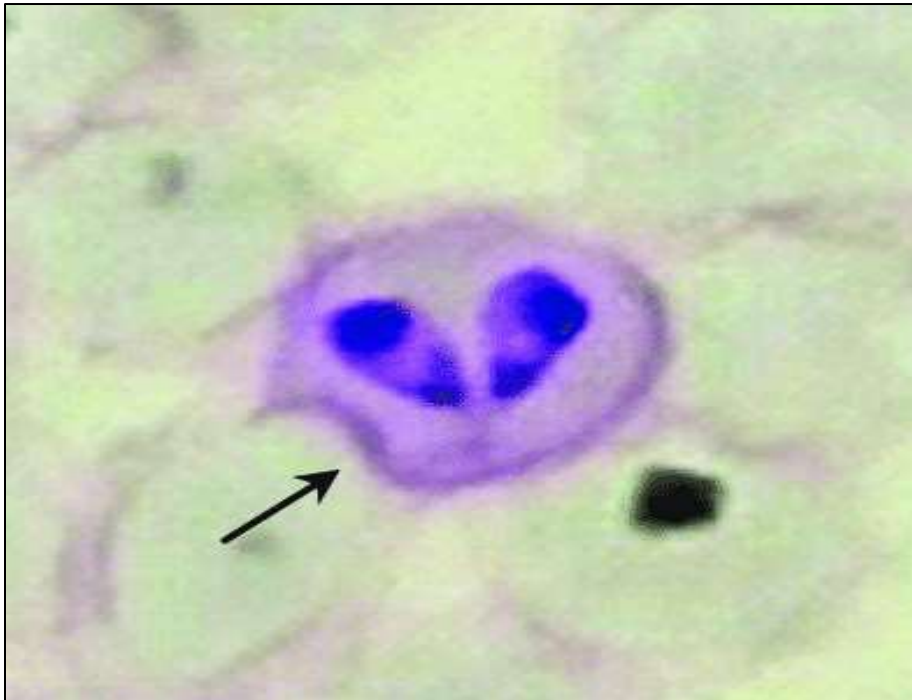
*B. bigemina* se encuentra categorizada en el grupo de especies de *Babesia* de tamaño grande, comparte características con *B. bovis*, como su modo de transmisión y al hospedador que ataca; sin embargo, esta especie pese a que posea una virulencia mayor que la de *B. bovis*, presenta una patogenicidad de un menor grado, Laha *et al.* (2015).

## Morfología

Smith (1978) describe a *B. bigemina* con una forma elongada con un núcleo en el centro y el resto de su material distribuido en el margen del eritrocito, con dimensiones de  $11,76 \pm 1,25$  ( $\mu\text{m}$ ) de largo por  $3,09 \pm 0,68$  ( $\mu\text{m}$ ) de ancho.

## Figura 2

*B. bigemina* en un frotis de sangre de bovino con tinción Giemsa



*Nota.* Frotis sanguíneo con coloración Giemsa obtenido de un bovino infectado con *B. bigemina*. Autores: González *et al.* (2018).

## Hospedadores

González *et al.* (2018) mencionan a *Boophilus microplus*, actualmente *Rhipicephalus microplus*, como el hospedador intermediario de *B. bigemina* y *B. bovis*, ubicándose en el lumen del intestino de esta garrapata.

Por otra parte, *Ixodes ricinus* es otra especie de garrapata, portadora principalmente de *B. bigemina*, a su vez, es un parásito que se encuentra en su mayoría dentro de los predios ganaderos, por lo cual es considerado el vector europeo, causante de casos de infección de babesiosis en humanos, Blaschitz *et al.* (2008).

Labruna (2020) describe a *Amblyomma cajennense*, como un hospedador de *Babesia* spp., esta se encuentra dentro de la familia *Ixodidae*, lo cual se corrobora con el estudio de Da Silveira *et al.* (2011) en donde realizaron una detección de *Babesia* spp. en las garrapatas *A. cajennense* y *R. microplus*, encontrando una infección del 4,8% para *B. bovis* y *B. bigemina*.

### **Patogenicidad**

Canto *et al.* (1999) realizó una evaluación de la patogenicidad y capacidad protectora de un inmunógeno fresco de *B. bovis* y *B. bigemina*, con cepas atenuadas de las mismas; para determinar si dicho combinado a diferentes concentraciones reflejaba cambios positivos o negativos a la producción de anticuerpos para *Babesia*. El antes indicado estudio describió una patogenicidad de  $0.03 \pm 0.04$  para *B. bovis* y  $0.5 \pm 0.3$  para *B. bigemina*, siendo esta ultima la más patógena.

### **Tabla 2**

*Descripción de los grupos experimentales utilizados y valores obtenidos de las diferentes variables.*

<b>Variable</b>	<b>Inmunizado</b>	<b>Inmunizado desafiado</b>	<b>Testigo</b>
<b>Eritrocitos infectados con <i>B. bovis</i> (%)</b>	$<0.01 \pm 0.0$	$<0.01 \pm 0.0$	$0.03 \pm 0.04$
<b>Eritrocitos infectados con <i>B. bigemina</i> (%)</b>	$<0.01 \pm 0.0$	$0.06 \pm 0.08$	$0.5 \pm 0.3$

*Nota.* Variables registradas de los experimentos realizados en patogenicidad y capacidad protectora de un inmunógeno de *Babesia* spp. Autores: Canto *et al.* (1999).

### **Factores que condicionan la patogenicidad**

#### **Hospedador**

Se llega a tener un mayor grado de patogenicidad en bovinos adultos que en terneros de 6 a 9 meses, los cuales dependen de la raza, siendo *Bos taurus* es más sensible que *Bos indicus*. A su vez, la alimentación, sanidad y el estado fisiológico; en el caso de las hembras, estas son más susceptibles a desarrollar la enfermedad, Vasco (2014).

## **Parásito**

Tanto en cepa como en un aislado, *B. bovis* llega a ser más patógena que *B. bigemina*, esto debido al tropismo del parásito, por lo que cuando se encuentra en el sistema nervioso central es más patógeno que en órganos o tejidos nobles, Bettin *et al.* (2000).

## **Medio ambiente**

La dosis del inóculo inyectado en cada toma de sangre se ve directamente relacionado con la presencia e intensidad de los vectores competentes. La garrapata al tener un desarrollo relacionado con las condiciones climáticas y ecológicas de los trópicos, en donde existen gran cantidad de animales domésticos dificultan la erradicación del parasito y su vector; por ende, en fincas donde existe un mayor control de garrapatas la babesiosis es menor, Martínez *et al.* (2019).

## **Mecanismos de acción patógena**

A los 9 meses de edad, el bovino empieza a desarrollar una inmunidad adquirida, que se ve condicionada por la constante inoculación de los parásitos en los glóbulos rojos, lo cual permite que el sistema inmunológico garantice a los hospedadores la ausencia de los signos y síntomas de la enfermedad, sin embargo, *Babesia* spp. puede llegar a desarrollar varios tipos de acciones patógenas, tales como: mecánica (ruptura de eritrocitos); toxica (liberación de sustancias toxicas posterior al metabolismo de los zoitos), Ríos *et al.* (2010).

## **Periodo de Incubación**

Tanto para *B. bovis* como para *B. bigemina*, los síntomas de las infecciones aparecen de 2 a 3 semanas después de la infestación con los vectores. Luego de la inoculación directa en la sangre, este periodo de incubación puede tardar entre 4 a 5 días para *B. bigemina* y de 10 a 12 días para *B. bovis*, Vasco (2014).

## **Signos clínicos y lesiones**

Chávez *et al.* (2021) indican que *B. bovis* y *B. bigemina* presentan manifestaciones clínicas principales como la fiebre, anemia, hemoglobinuria y signos nerviosos que van de la

mano con el encierro de eritrocitos infectados en el cerebro, exactamente en los microcapilares. Bock *et al.* (2004) señalan que el agente causal también puede afectar a órganos tales como el bazo, el cual presenta diferentes características como agrandado y blando; además el hígado se torna inflamado, la vesícula biliar distendida con una bilis granular espesa, riñones congestionados de color oscuro y cuadros de anemia e ictericia como principales lesiones en el animal.

### **Fase aguda**

De 3 a 7 días es el curso que tiene generalmente la duración de la enfermedad en su fase aguda, siendo la fiebre el principal síntoma, incluso llegándose a presentar antes de que otros signos se vuelvan evidentes. Posterior a esto, los animales presentan inapetencia, aumento en la frecuencia respiratoria, depresión, debilidad y hemoglobinuria, Bock *et al.* (2004).

### **Fase crítica**

En la fase crítica el animal presenta anemia e ictericia, cuya prolongación podría causar desarrollo de atrofia muscular, temblores y decúbito. La fiebre durante esta infección llega a ocasionar abortos en vacas gestantes, en el caso de los reproductores machos, denotan una fertilidad reducida en un lapso de 6 a 8 semanas, Bock *et al.* (2004).

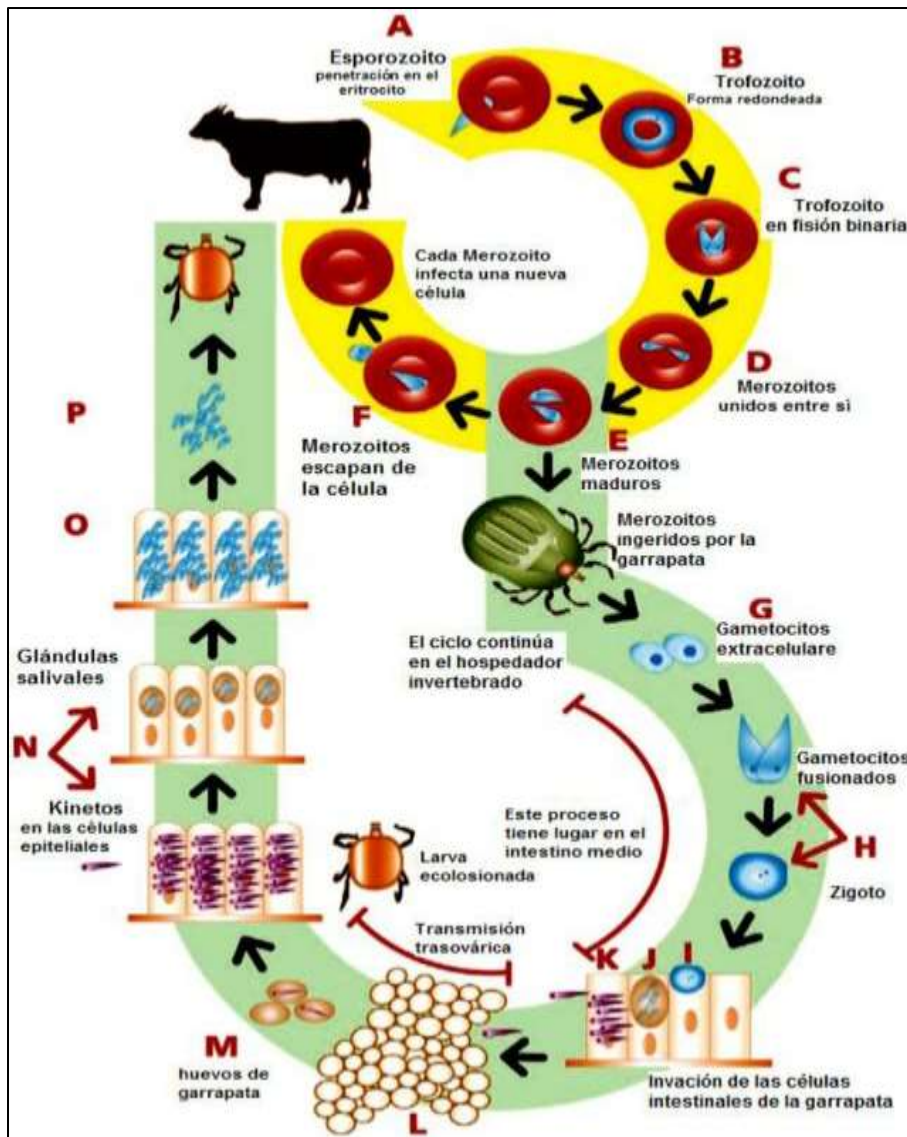
### ***Ciclo evolutivo de la enfermedad y transmisión***

A pesar de haberse realizado varios estudios acerca del ciclo y desarrollo de *Babesia* spp. todavía se encuentra incompleto. En estudios con microscopía electrónica se denotó que *B. microti* presenta una reproducción sexual de igual manera para *B. divergens*, por lo tanto, es posible que esta característica se comparta para las otras especies. Se entiende que no existe un ciclo específico para dicho género, sin embargo *B. bovis* y *B. bigemina* tienden a ser similares en su etapa adulta, por ende, se hace énfasis en estas dos especies; además existe mayor información de las mismas, Terkawi *et al.* (2011).

Bettin *et al.* (2000) señalan que *Babesia* spp. implementa varias estrategias para adaptarse a sus hospedadores, generando una interacción por mayor tiempo con estos. La transmisión transovárica en la garrapata, una parasitemia baja en el bovino, le han permitido mantener un equilibrio llegando a tener una alta persistencia a largo plazo en el medio.

**Figura 3**

*Ciclo biológico de B. bovis*



*Nota.* Ciclo biológico de *B. bovis*. Autor: Vasco (2014).



### **Ciclo en bovino**

Tras la mordedura de la garrapata, el bovino se infecta por la inoculación de esporozitos de *Babesia* spp. con la saliva. Estos penetran directamente a los glóbulos rojos, en donde completan todo su ciclo parasitario. Dicho ciclo comienza con la producción de dos merozoitos que se reproducen por fisión binaria, posterior a esto se rompe el eritrocito y cada uno de los merozoitos invaden un nuevo glóbulo rojo, generando replicaciones sucesivas; la multiplicación de estas es de forma asincrónica, por ende, puede presentar varias etapas de división en el sistema circulatorio en un mismo lapso de tiempo, Smith (1978).

### **Ciclo en garrapata**

Al ser ingeridos los glóbulos rojos infectados con *Babesia* spp. por las garrapatas, un gran número de estos hemoparásitos se degeneran y se destruyen, no obstante, algunos estadios del parásito, específicamente los pre gametocitos son los que llegan a sobrevivir para su desarrollo a gametocitos, los cuales se fusionan al lumen del tracto digestivo del vector. El patógeno pasa a tomar la forma de un cigoto con una longitud de 8 a 10  $\mu\text{m}$ , adicional a esto presenta un organelo con forma del pico de la cabeza de una flecha, cuya función es facilitar el acceso a las células del intestino medio. Cuando el cigoto de *Babesia* spp. se ha interiorizado, el organelo mencionado anteriormente se descompone y el cigoto inicia una fase móvil conocida como oocinetos; este escapa del intestino e irrumpe en los tejidos del cuerpo del vector, incluyendo ovarios, donde se infectan muchos huevos con el patógeno. A este fenómeno se lo conoce como transmisión vertical o transovárica. *Babesia* spp. continua con una multiplicación asexual, generando esporogonias que pasarán a formar numerosos kinetos (esporoquinetos), la infección se va adquiriendo a medida que va transcurriendo una etapa de vida a la otra; los kinetos mencionados llegan a invadir las glándulas salivales, llegando a la etapa de desarrollo denominada esporozoito cuya fase es la más infecciosa para *Babesia* Bettin *et al.* (2000).

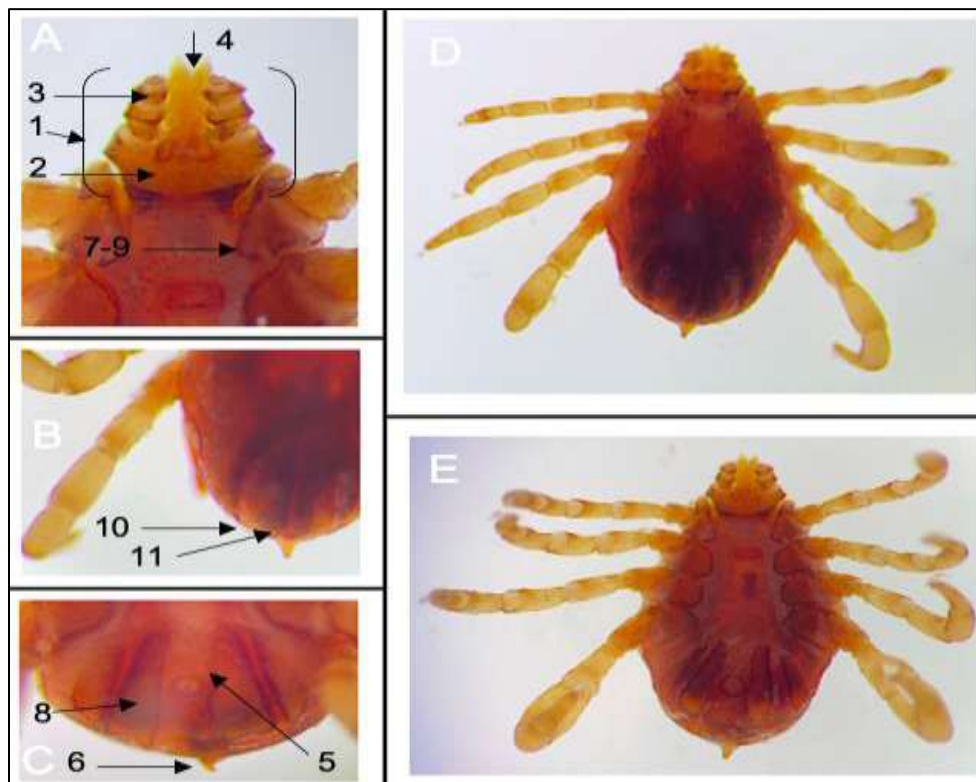
## Especies de garrapatas

### *Rhipicephalus microplus*

*R. microplus* es una de las plagas de mayor importancia en áreas tropicales y subtropicales afectando directamente al ganado bovino. Se relaciona directamente con una depresión en la producción de la leche, mortalidad, daños en la piel y los efectos de los hemoparásitos transmitidos por el mismo, como son: *B. bigemina*, *B. bovis* y *Anaplasma marginale*, Rodríguez *et al.* (2018).

#### Figura 4

Garrapata *Rhipicephalus microplus*



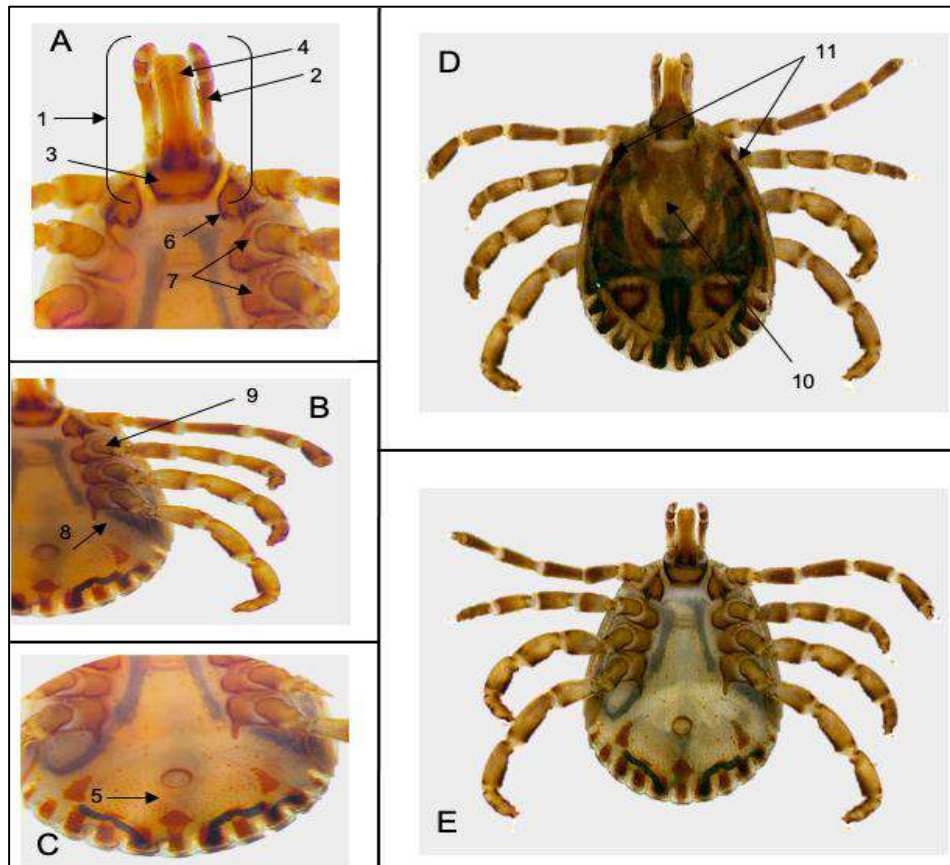
*Nota.* *R. microplus* identificación macho adulto 1) Gnathosoma corto, 2) Capítulo hexagonal, 3) Palpos más cortos que el hipostoma, 4) Dientes del hipostoma en 4+4 columnas, 5) Surco anal ausente, 6) Apéndice caudal presente, 7) Coxa I con dos espolones pequeños, 8) Posee 4 placas adanales, 9) Espolones de la coxa I son largos, 10) Los espolones de la placa ventral instintivos en la vista dorsal, 11) Ausencia de festones. A: cabeza, B: cuerpo y parte posterior, C: parte posterior, D: vista dorsal, E: vista ventral. Autor: Labruna (2020).

## ***Amblyomma cajennense***

Es una de las especies de garrapatas que se encuentra mayormente distribuida por el mundo. Se ha adaptado a condiciones ecológicas muy diversas, dentro de estos bosques secundarios y pastizales semiáridos. *A. cajennense* es muy selectivo en cuanto a sus hospedadores, teniendo como preferencia a los mamíferos adultos salvajes y domésticos Beati *et al.* (2013).

### **Figura 5**

*Garrapata Amblyomma cajennense*



*Nota.* *A. cajennense* identificación macho adulto 1) Gnatossoma largo, 2) palpos largos, 3) base del capítulo rectangular, 4) fórmula dental 3-3, 5) surco anal, 6) coxa I, II, III en forma de placa saliente, 7) escudo con ornamentación, 8) ojos planos. A: cabeza, B: cuerpo, C: parte posterior, D: vista dorsal. E: vista ventral. Autor: Labruna (2020).

## **Diagnóstico**

*B. bovis* es un hemoparásito pequeño, con un diámetro de 2  $\mu\text{m}$ , en comparación con *B. bigemina* que puede llegar a extenderse a todos el eritrocito. Llegan a presentar una diferencia significativa estas dos especies, de modo que se vuelve fácil llegar a clasificarlas solamente por su morfología, sin embargo, se han desarrollado varios métodos para el diagnóstico; directos e indirectos, Bock *et al.* (2004).

### **Clínico y de laboratorio con hemotrópicos**

La presencia de babesiosis se puede determinar por medio de dos tipos de diagnóstico, el clínico se basa en la presentación de signos y síntomas tales como: la anorexia, fiebre, anemia, ictericia y hemoglobinuria. El cual no permite un diagnóstico diferencial con otras enfermedades como: anaplasmosis, tripanosomiasis, leptospirosis y hemoglobinuria bacilar; por esto es necesario un diagnóstico de laboratorio que permita la puesta en evidencia del agente causal, en este caso de *Babesia* spp. dentro de los eritrocitos y que es de alta sensibilidad y especificidad y que permita la diferenciación con otras enfermedades hemotrópicas que podrían presentar los mismos síntomas, Bariani (2018).

### **Métodos directos**

#### **Frotis sanguíneo con tinción Giemsa**

El frotis con tinción de Giemsa, es una de las técnicas de diagnóstico de microscopía más utilizada, la cual utiliza la tinción con azul de metileno a un frotis sanguíneo. Para la técnica se prepara un frotis sanguíneo colocando de 3 a 5  $\mu\text{L}$  de sangre en una placa portaobjetos, y extendiendo la muestra sin que se formen espacios vacíos o con burbujas. Dicho frotis debe ser preparado a partir de sangre periférica, ya que la sangre de la circulación central puede tener hasta 20 veces menos eritrocitos infestados, Bock *et al.* (2004).

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

Para realizar la prueba PCR se utiliza sangre del animal extraída en tubos con anticoagulante EDTA. El fundamento de la PCR es la amplificación de un fragmento específico del genoma del agente causal. Gracias a la sensibilidad de la prueba se puede detectar casos de animales con parasitemias muy bajas, Benítez (2017).

## **Métodos indirectos**

### **iELISA**

La prueba iELISA se ha implementado para el diagnóstico de animales infectados con *Babesia*, mediante la detección de anticuerpos en muestras de plasma y suero sanguíneo. El fundamento de este procedimiento es la visualización de la unión antígeno anticuerpo, mediante el cambio de color de un sustrato, procedimiento que es catalizado por una enzima acoplada a un anticuerpo, Bariani (2018).

### ***Factores de riesgo asociados a la enfermedad***

Un factor de riesgo es aquella característica o situación que puede ser detectada y asociada al desarrollo de un proceso. Existen varios factores de riesgo, dentro de estos están los biológicos, ambientales y económicos, Fernández *et al.* (1997).

Las condiciones en las que se encuentre, tanto el vector como el animal juegan un papel fundamental en la prevalencia de los hemotrópicos, principalmente en climas tropicales y subtropicales. La raza, el tipo de producción, sistema de manejo, frecuencia de tratamientos con desparasitantes, tamaño y edad del rebaño; conforman el pivote para determinar el desarrollo del hemoparásito, Montenegro (2022).

### ***Tratamiento y control***

En el tratamiento y control de la babesiosis bovina se implementa varias alternativas, tales como, la aplicación de medicamento anti-babesiales, inmunización o por una combinación de ambas. La enfermedad en zonas endémicas se debe tratar tan pronto como sea posible, conjuntamente con terapia de apoyo si se llegasen a presentar casos graves, mediante

transfusiones sanguíneas, administración de hierro, dextrosa, complejo B y antiinflamatorios; así como la reposición de fluidos. En Colombia gran parte de los fármacos implementados para el control de anaplasmosis y babesiosis, tienen combinaciones de (oxitetraciclina 70 mg/ml) y un (protozoacárida 4,4 – diacetato de diazaminodibenzamida=Diminazene, 35 mg/ml), con dosis de 1 ml/kg vía intramuscular, Benavidez *et al.* (2008).

En el Ecuador no existe un programa nacional para el control de enfermedades causadas por hematófitos y sus vectores. Esto ha llevado a los productores a implementar diferentes estrategias, así como la utilización de productos y diferentes dosis para el tratamiento de estos parásitos, generando problemas de resistencia Chávez *et al.* (2021).

### **Eliminación de vectores**

Las formas en las que actúan los productos químicos implementados en el tratamiento de ectoparásitos son por la absorción, contacto directo de los tejidos del huésped y contacto directo con los parásitos. Los métodos tradicionales para la eliminación de las garrapatas requerían de formulaciones liofilizadas, concentrados o productos líquidos. Actualmente los productos son aplicados mediante la utilización de piscinas de inmersión, así como el baño con la utilización de una bomba manual o de motor, también los medicamentos pueden ser administrados vía parenteral o colocación de dispositivos impregnados con acaricidas y feromonas, Rodríguez *et al.* (2018).

Cuore *et al.* (2012) realizaron una evaluación en un predio de Uruguay, calificado con una alta presencia de garrapatas. Se ejecutaron diferentes tratamientos con productos acaricidas, entre estos Ivermectina, Fipronil, Cipermetrina, Amitraz y Ethion. Dichos productos fueron aplicados en las distintas etapas de la garrapata para determinar la sensibilidad, obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 3***Perfil de sensibilidad en predio foco*

<b>Estadio</b>	<b>Fipronil</b>	<b>Cipermetrina y Ethion</b>	<b>Flumetrin</b>	<b>Amitraz</b>	<b>Ivermectina</b>
Adulto	Sensible	Resistente	Resistente	Resistente	Sin resultado
Larva	Sensible	Sin resultado	Sensible	Resistente	Sensible

*Nota.* Diagnóstico del perfil de sensibilidad en predio foco Uruguay. Autor: Cuore *et al.* (2012).

### **Tratamientos de bovinos**

Para el tratamiento del ganado bovino, se implementa un conjunto de medidas de control de la babesiosis, como medida de precaución, son necesarios registros médicos de la finca y estudios serológicos del rebaño para la toma de decisiones. El tratamiento de la enfermedad consiste en una inyección intramuscular de Diaminezene (Aceturato de Diminazene) a 3,5 mg/kg, o una inyección subcutánea de midovir a 1,2 mg/kg. Los estimulantes y restauradores son necesarios para la recuperación animal, aportando hierro, cobre, vitamina B12, hepatoprotectores (Hematofost) y sueros, Morilla (2009).

### **Prevalencia de la enfermedad**

A nivel mundial existen varios estudios y reportes acerca de la prevalencia de babesiosis, en los cuales hacen mención a *B. bigemina* y *B. bovis*. En la zona sur de Estados Unidos fueron endémicas, llegando a generar pérdidas considerables en la producción. La especie *B. divergens* se encuentra distribuida en zonas de Europa al igual que *B. major*, sin embargo, esta última ocupa también el noreste de África y Asia, Benavidez *et al.* (2008).

### **Prevalencia en Latinoamérica**

En países latinoamericanos como Venezuela, Perú, Colombia y Brasil se presentan diversos casos de babesiosis, exactamente en el estado de Santa Catarina Brasil, el ganado expone altas prevalencias para *B. bovis* 29% y *B. bigemina* 16%; con un 29%. En el cantón de Papaloapan, estado de Veracruz, México; los búfalos de agua presentaron prevalencias de 16,2% para *B. bovis* y 24% para *B. bigemina*, Chávez *et al.* (2021).

**Tabla 4***Prevalencia de babesiosis en Latinoamérica*

<b>Año</b>	<b>Lugar</b>	<b>Especie</b>	<b>Muestras</b>	<b>Técnica</b>	<b>Prevalencia</b>
2017	Salta, Argentina	Bovinos	4.398	Frotis	<i>B. bovis</i> 37,7% <i>B. bigemina</i> 13,2%
2021	Cauca, Colombia	Bovinos	30	PCR	53,3%
2020	Chontales, Nicaragua	Bovinos	40	Frotis	<i>B. bigemina</i> 10%
2014	Corrientes, Argentina	Bovinos	48	iELISA indirecto	<i>Babesia</i> spp. 88,65%
2018	Arauca, Colombia	Bovinos	333	Frotis	<i>Babesia</i> spp. 16,66%
2012	Puntarenas, Costa Rica	Bovinos	449	iELISA, PCR	<i>B. bigemina</i> 59,1% <i>B. bigemina</i> 1,34% <i>B. bovis</i> 0,45%
2020	Antioquia, Colombia	Bovinos	202	PCR	<i>B. bovis</i> 4,9% <i>B. bigemina</i> 15,4%
2019	Amecameca, México	Bovinos	99	iELISA	<i>Babesia</i> spp. 86,86%

*Nota.* Recopilación valores de prevalencia de babesiosis en Latinoamérica.

**Tabla 5***Prevalencia de babesiosis Ecuador*

<b>Año</b>	<b>Lugar</b>	<b>Especie</b>	<b>Muestras</b>	<b>Técnica</b>	<b>Prevalencia</b>
2020	Sto. Domingo de los Tsáchilas	Bovinos	123	PCR	22,5%
2019	Pedernales, Manabí	Bovinos	462	PCR	64,35%
2018	Esmeraldas	Bovinos	181	iELISA Indirecto	21,55%
2021	El Carmen Quito	Bovinos	407	18s PCR	18,94% 20,28%
2021	Napo Orellana Sucumbíos	Garrapatas	207	PCR multiplex anidada	88% 19% 53%
2017	Pastaza	Bovinos	58	PCR	0%
2020	Sucumbíos	Bovinos	132	Frotis	33,9%
2020	Morona Santiago	Bovinos	165	Frotis PCR	18,18% 31,51%

*Nota.* Recopilación valores de prevalencia de babesiosis de estudios realizados en Ecuador mediante PCR e iELISA.

**Programas de control de Agrocalidad**

La Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario Agrocalidad, establece un control post-mortem para el ganado bovino en mataderos que se encuentran infectados por el



hemotrópico *Babesia* spp. cuando el animal no llega a presentar signos clínicos o sistémicos, se autoriza el proceso de faenamiento, siempre y cuando se dé un decomiso total de las vísceras. En el caso de presentarse casos de hemoglobinuria, falta de apetito, anemia o cuando el animal se encuentra en condiciones crónicas tales como mal nutrición y pérdida de peso, el decomiso de la canal es total, Agrocalidad (2016).

### **Reportes Agrocalidad**

La participación de Agrocalidad se reporta en estudios realizados principalmente en la zona litoral del Ecuador. En el cantón de Santa Lucía de la provincia del Guayas se realizó una investigación, con el fin de determinar la prevalencia de hemotrópicos en bovinos, dentro de estos *Babesia* spp. Con un número total de 121 muestras sanguíneas que fueron procesadas en los laboratorios de Agrocalidad de la mencionada provincia llegándose a reportar el 16,53% casos positivos para el hemotrópico. La prevalencia del hemotrópicos por fincas fue del 76,92%, Chávez (2021).

### ***Diseño no experimental***

Los diseños no experimentales son aquellos en los cuales se realizan investigaciones sin la manipulación de las variables. Está centrada en la observación de los fenómenos que ocurren en su ambiente natural. Los diseños transaccionales exploratorios estudian una variable o su conjunto en un momento determinado, al ser de carácter exploratorio aplican problemas de investigación poco conocidos o nuevos para comenzar a reconocer una variable, Hernández *et al.* (2013).

## CAPÍTULO III

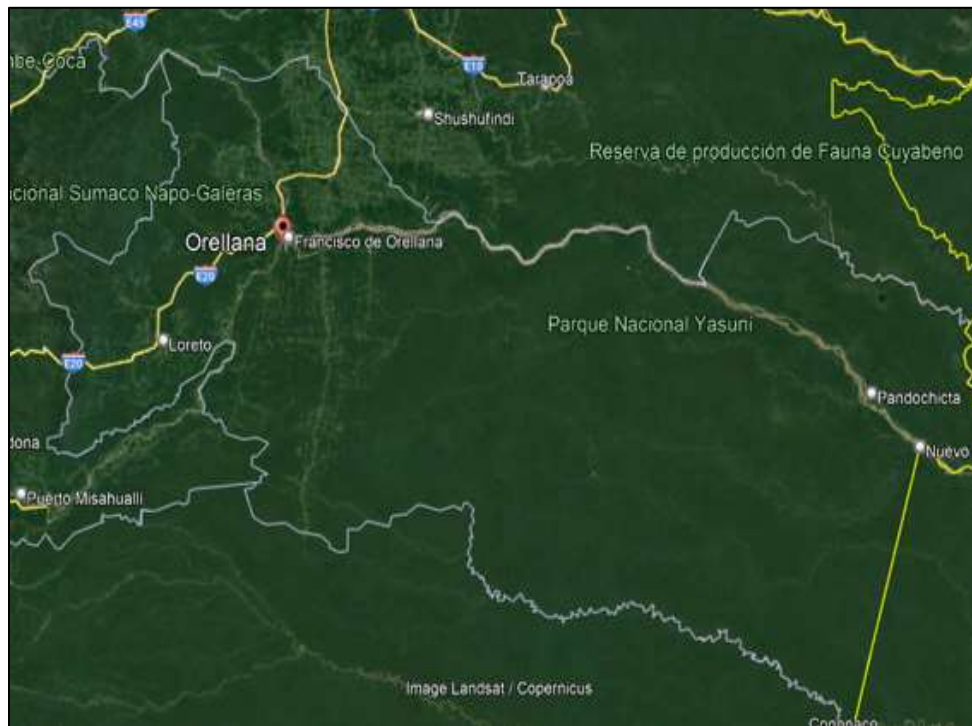
### METODOLOGÍA

#### Ubicación geográfica y ecológica

Con el fin de alcanzar los objetivos planteados, la presente investigación se dividió en 2 campos: trabajo de campo y trabajo de laboratorio, las cuales se realizaron en la provincia de Orellana en los cantones Francisco de Orellana, La Joya de los Sachas. La zona de trabajo se encuentra comprendida entre la latitud  $S0^{\circ}27'59.22''$  y una longitud de  $O76^{\circ}59'13.88''$ , con una altitud de 255 m.s.n.m., un clima tropical lluvioso característico del Oriente ecuatoriano y una temperatura de  $24,4^{\circ}C$  en promedio. En la figura 6, se presenta el mapa de distribución de la zona de muestreo.

#### Figura 6

*Mapa de la zona de muestreo de la provincia de Orellana*



*Nota.* Mapa que detalla que la división geográfica de la provincia de Orellana. Fuente: Google Earth (2023)

## Determinación de la talla de la muestra

Para la determinación del tamaño de la muestra se usó una base de datos provista por la Agencia de Regulación y control Fito y Zoonosanitario AGROCALIDAD, la cual denotó una cantidad aproximada de animales. En el cantón Francisco de Orellana con una cantidad de 27.477 animales, mientras que el cantón La Joya de los Sachas un total de 35.500 animales. Se empleó la siguiente fórmula para el cálculo de la muestra:

$$n = \frac{N * Z^2 * p(1 - p)}{d^2(N - 1) + Z^2 * p(1 - p)}$$

Donde:

n= número de animales a muestrear

N= número de animales totales en la UPA

Z= nivel de confianza

p= porcentaje de prevalencia teórica

d= nivel de precisión absoluta

Se utilizó un nivel de confianza del 95%; nivel de precisión absoluta de 0,05 y una prevalencia teórica de la enfermedad del 7,32%, mencionada por Herrera (2017). Es así que se obtuvieron 200 animales a muestrear sin importar su raza, edad o sexo de los dos cantones presentes en el estudio.

## Caracterización de los predios

Con el fin de garantizar la fiabilidad de los resultados de la investigación, se procedió a realizar una estrategia de muestreo con doble estratificación, por otro lado, las fincas se estratificaron según su tamaño y luego se estratificó el número de animales a ser muestreados dentro de la finca en función del número de animales existentes en cada una de ellas. Para la determinación del número de animales a muestrear en cada finca, se empleó la estrategia descrita por Paucar *et al.* (2021), la cual se detalla en la tabla 6.

**Tabla 6***Porcentaje de muestreo en fincas de acuerdo al número total de bovinos*

<b>Tamaño de la UPA</b>	<b>Número de bovinos en la finca</b>	<b>(%) de muestreo</b>	<b>Número de muestras a obtener</b>
Pequeñas	0 – 7	50	4
	8 – 15	45	6
	15 – 20	40	8
Medianas	21 – 33	30	6 – 10
	34 – 47	30	10 – 14
	47 – 60	25	12 – 15
	61 – 70	25	15 – 18
	71 – 135	20	18 – 34
Grandes	136 – 200	20	27 – 40
	>200	20	40

*Nota.* %: porcentaje; Unidad de Producción Agropecuaria UPA. Autor: Paucar *et al.* (2021).

### **Toma de muestras de sangre**

Para la recolección de las muestras sanguíneas, se realizaron dos salidas a la provincia de Orellana, en donde se muestrearon fincas grandes, medianas y pequeñas. La primera salida se realizó del 19 al 23 de septiembre del 2022 y se llevó a cabo en el cantón Francisco de Orellana, en donde se tomaron 245 muestras de sangre de 32 fincas. La segunda salida se realizó del 19 al 23 de enero del 2023 en el cantón de La Joya de los Sachas, obteniendo 104 muestras sanguíneas de 9 fincas. Es así que para el presente trabajo de investigación se obtuvo un total de 345 muestras de sangre de bovino, tomadas de 41 fincas.

Con el objetivo de obtener resultados de alta calidad para la presente investigación, se montó laboratorios temporales en las zonas de dominio del muestro. Las muestras de sangre pueden alterar los resultados si no se las llega a procesar en el menor tiempo posible, por ende, los laboratorios fueron equipados con los artefactos y materiales requeridos para suplir la necesidad de realizar el frotis sanguíneo y su fijación in situ.

Una vez culminada la fase del procesamiento de las muestras, los frotis sanguíneos fueron transportados al laboratorio de Mejoramiento Genético y Sanidad Animal del

departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura, de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE – IASA I. La observación de los frotis sanguíneos se llevó a cabo en el laboratorio mencionado anteriormente, con el fin de diagnosticar babesiosis bovina por medio de la observación de los acarreadores de la enfermedad dentro de los eritrocitos.

### **Extracción de sangre**

Con la finalidad de realizar frotis sanguíneo y la búsqueda de *Babesia* spp. en los eritrocitos de los animales, se tomó muestras de sangre en tubos con anticoagulante EDTA de los bovinos en estudio. Luego de realizar una sujeción adecuada del animal manteniéndolo en pie, se procedió a la extracción de sangre venosa en bovinos adultos por medio de venopunción coccígea. Una vez ubicada, se realizó la punción entre las vértebras coccígeas 6 y 7 con una aguja calibre 21 instalada en un sistema Vacutainer.

### **Figura 7**

*Extracción de sangre bovina de la vena coccígea*



En el caso de los animales jóvenes, se realizó la extracción de sangre por venopunción yugular, al igual que los animales adultos, se realizó la sujeción manteniéndolo de pie e

identificando la vena yugular que se encuentra ubicada en la parte ventral de la tabla del cuello dorsal de la tráquea. Se llevó a cabo una punción en un ángulo de 45° con respecto a la vena, la sangre fue recolectada en tubos tapa Lila con un anticoagulante (EDTA).

### **Figura 8**

*Extracción de sangre bovina de la vena yugular*



### **Recolección de información de parámetros zootécnicos y aplicación de la encuesta epidemiológica**

Con el propósito de identificar los posibles factores de riesgo, ya sean estas variables zootécnicas o factores epidemiológicos que se llegasen a presentar en las fincas. Se recolectó información zootécnica por medio de un registro de muestreo Apéndice (1). De la misma manera se aplicó una encuesta epidemiológica Apéndice (2). Ambas facilitadas por el Proyecto de vinculación: Establecimiento de una plataforma en apoyo a la formación y la sensibilización, al diagnóstico y al desarrollo de una estrategia de control de la brucelosis y la tripanosomiasis en Ecuador – BruTryp.

En el registro de muestreo se compilaron datos asociados a parámetros como: temperatura, sexo, edad, peso, raza y condición corporal, de igual manera signos y síntomas que se relacionan con la presencia de babesiosis bovina.

Con relación a la encuesta epidemiológica, esta dispuso de un banco de preguntas, discriminadas en diferentes secciones tales como:

Identificación de las fincas

Aspectos de bioseguridad

Manejos de los animales (Nutricional, reproductivo, sanitario)

Conocimiento de la enfermedad

### **Georreferenciación de los predios.**

Usando la aplicación Epicollect 5, se obtuvieron las coordenadas para georreferenciar las propiedades muestreadas, junto con otra información que incluye la fecha de muestreo, el nombre del encuestador, el propietario, el nombre de la propiedad, la cantidad de animales en el predio y el número de animales muestreados. Con la ayuda del software del sistema de información geográfica “Qgis”, se elaboró un mapa de ubicación de las fincas objeto de estudio.

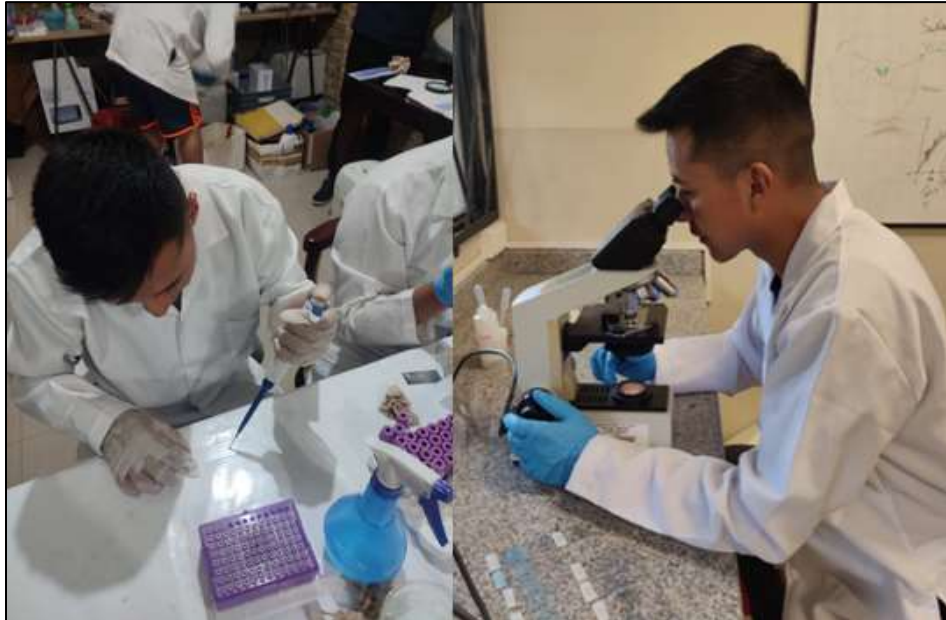
### **Preparación de frotis sanguíneo**

Se llevó a cabo un protocolo para la prueba de frotis sanguíneo con tinción Giemsa, el cual se realizó de la siguiente forma: Se colocó 3  $\mu$ L de sangre de los tubos tapa lila con anticoagulante (EDTA) con una micropipeta de rango (0,5 – 10  $\mu$ l) marca Boeco, en un extremo de la placa portaobjeto, otra placa se colocó en un ángulo de 45° sobre la gota de sangre la cual se deslizó en todo su borde; luego de esto se realizó una extensión hasta el final de la placa. Se observó cuidadosamente el frotis realizado cerciorándose de que no tenga algún tipo de imperfección que dificulte la observación al microscopio. Posteriormente se procedió a la fijación de los mismos, en metanol al 10%. Una vez secos los frotis, se ejecutó la tinción de Giemsa la cual se preparó en una relación 1:20. Se colocó esta solución en las placas

garantizando de que llegue a cubrir todo el frotis y se dejó transcurrir 5 minutos, se retiró el exceso con ayuda de agua destilada.

## **Figura 9**

*Preparación frotis sanguíneo y observación al microscopio*



### **Análisis estadístico**

#### ***Variables analizadas***

En el presente estudio se consideró como variable de respuesta la presencia de *Babesia* spp. en el frotis sanguíneo de las muestras de bovinos recolectadas y analizadas en el microscopio. Por tanto, se tomó a consideración las siguientes variables explicativas: tamaño de la finca, sector, raza, sexo y edad.

#### ***Estadística descriptiva***

Con las variables obtenidas en el muestreo en campo y la prueba de microscopia del frotis sanguíneo, se realizó el análisis de variables en el software Excel e InfoStat. La estadística descriptiva permitió discriminar, ordenar y describir los resultados obtenidos para cada variable.



### **Datos de prevalencia**

La prevalencia es una relación entre el número de resultados de casos positivos a una enfermedad y el número total de las muestras obtenidas. La prevalencia de babesiosis en la zona de estudio fue determinada utilizando los resultados positivos a la prueba de microscopia Frotis sanguíneo con tinción Giemsa en relación con el número total de animales muestreados en las dos salidas de campo.

$$Prevalencia = \frac{\text{número de resultados positivos}}{\text{número total de animales muestreados}} \times 100$$

### **Prevalencia por tamaño de la finca**

$$Prevalencia = \frac{\text{número de animales positivos por tamaño de finca}}{\text{número total de fincas por tamaño}} \times 100$$

### **Prevalencia por sector**

$$Prevalencia = \frac{\text{número de animales positivos por sector}}{\text{número total de animales por sector}} \times 100$$

### **Prevalencia por sexo**

$$Prevalencia = \frac{\text{número de animales positivos por sexo}}{\text{número total de animales por sexo}} \times 100$$

### **Prevalencia por edad**

$$Prevalencia = \frac{\text{número de animales positivos por edad}}{\text{número total de animales por edad}} \times 100$$

### **Prevalencia por raza**

$$Prevalencia = \frac{\text{número de animales positivos por raza}}{\text{número total de animales por raza}} \times 100$$

### **Factores de riesgo**

Para el análisis de los factores de riesgos se realizó una comparación entre los resultados positivos y negativos para *babesiosis bovina*, obtenidos por medio de la prueba de microscopia de los frotis sanguíneos. En donde se visualizó a *Babesia* spp. dentro de los glóbulos rojos, tomando en consideración cada uno de los factores que se indicaron en la revisión bibliográfica. En el presente estudio los factores analizados fueron: sexo, edad, raza, tamaño de la finca y sector.

Pese a que el estudio presente es de tipo corte, la medida epidemiológica implementada no fue el Riesgo Relativo (RR), si no la medida epidemiológica conocida como el Odds Ratio (OR), el cual mide la asociación de la presentación de un evento o suceso, conjuntamente con la existencia de un posible factor de riesgo. El (OR) es aplicado en estudios casos control, puesto a que la prevalencia de la babesiosis en la zona de investigación fue inferior al 10%. En el presente estudio se utilizó la medida epidemiológica (OR), su cálculo se detalla en la tabla 7.

**Tabla 7**

*Medida de control (OR) casos expuestos y casos no expuestos.*

	<b>Casos positivos</b>	<b>Casos negativos</b>
<b>Casos expuestos</b>	A	B
<b>Casos no expuestos</b>	C	D

*Nota.* Medida epidemiológica Odds Ratio (OR). Autores: (Schiaffino *et al.*, 2003).

$$OR = \frac{A/C}{B/D} = \frac{AD}{BC}$$

$$Ls\ 95\% I.C. = e^{[\ln(OR) + 1.96\sqrt{(1/A + 1/B + 1/C + 1/D)}]}$$

$$Li\ 95\% I.C. = e^{[\ln(OR) - 1.96\sqrt{(1/A + 1/B + 1/C + 1/D)}]}$$

Donde:

*OR*: Odds ratio

*A* : casos positivos expuestos a la variable de interés

*B* : casos negativos expuestos a la variable de interés

*C* : casos positivos no expuestos a la variable de interés

*D* : casos negativos no expuestos a la variable de interés

*I.C.* : intervalo de confianza al 95%

*Ls* : límite superior

*Li* : límite inferior

Las variables utilizadas para identificar los factores de riesgos y la probabilidad de acontecimiento de la babesiosis en las fincas, se definieron en base a lo siguiente:

Dinámica del hato: datos de movilización de los animales nuevos, remplazos el ingreso y salida de estos.

Conocimiento acerca de la enfermedad: evaluación al encuestado con el fin de saber si conoce la enfermedad y su modo de transmisión.

Vectores: presencia de garrapatas dentro de las fincas.

Manejo: manejo sanitario de los animales, tratamientos para endo y ecto parásitos.

## CAPÍTULO IV

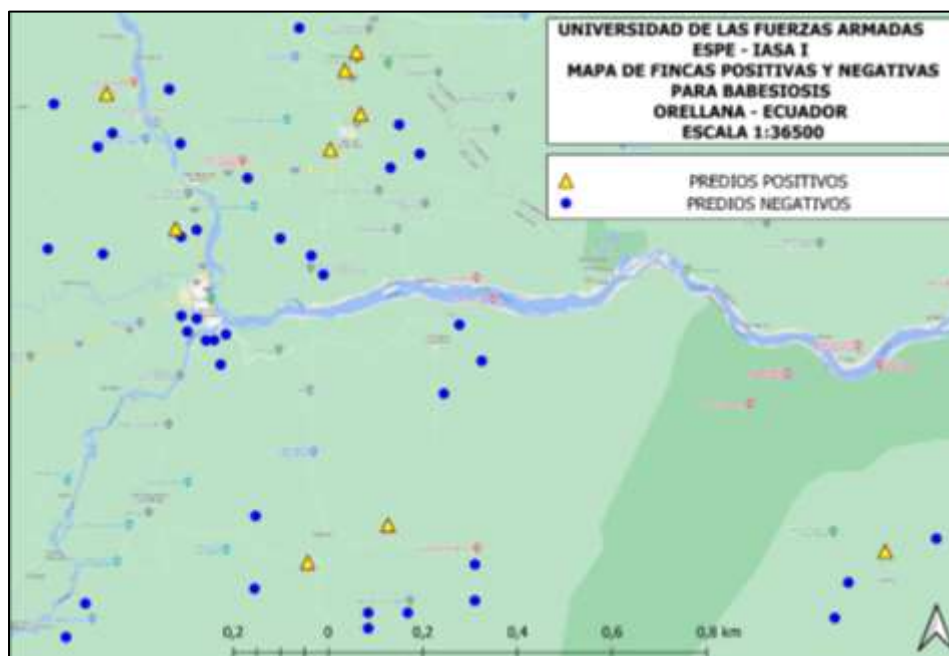
### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Georreferenciación

Con los datos recolectados en la aplicación Epicollect 5 y la ayuda del programa QGIS, se generó el siguiente mapa de georreferenciación de las fincas que positivas para babesiosis. Las fincas se encontraban ubicadas entre las latitudes (-0.316667 a -0.466667), y longitudes (-76.85 a -76.9667). Con una altitud media entre los dos sectores de 285 m.s.n.m. Con una distribución política en los cantones: Francisco de Orellana y La Joya de los Sachas.

#### Figura 10

*Mapa de las fincas positivas y negativas para babesiosis.*



#### Estadística descriptiva de la muestra

#### *Distribución de los animales muestreados en base a la Unidad de Producción*

#### *Agropecuaria (UPA)*

En la presente investigación se obtuvieron 349 muestras de sangre de bovino, correspondientes a los cantones de Francisco de Orellana y La Joya de los Sachas, de la

provincia de Orellana, distribuidas en 35,53% de fincas pequeñas; 43,55% de fincas medianas y un 20,92% de fincas grandes.

**Tabla 8**

*Distribución de las muestras tomadas en base al tamaño de la finca*

<b>Tamaño de la finca</b>	<b>Número de fincas</b>	<b>Número de muestras</b>	<b>Muestras (%)</b>
Pequeñas	22	124	35,53
Medianas	15	152	43,55
Grandes	4	73	20,92
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>349</b>	<b>100</b>

*Nota.* (%): porcentaje equivalente.

Dentro de los resultados obtenidos de las fincas muestreadas, la escasez de predios clasificados como grandes es evidente, esto en vista de que la ganadería en la amazonia ecuatoriana es reducida por las distintas actividades tales como la conservación de reservas ecológicas y la industria petrolera. Grijalva *et al.* (2004), señalan que la escasez de nuevas tierras para la producción pecuaria, está presente por la ejecución de políticas que se relacionan con la creación de áreas naturales protegidas, por ende, la ganadería en la amazonia, siempre ha tenido un menor nivel de desarrollo en comparación con las otras regiones. Siendo así suprimidos los predios grandes u una considerable disminución en los predios medianos, con la venta del ganado a los mercados fronterizos de Perú y Colombia.

***Distribución de los animales muestreados por sector, tamaño de la finca y sexo***

La sectorización de fincas se realizó en base a los 2 cantones más representativos de la provincia de Orellana. El primero, Francisco de Orellana con una altitud de 300 m.s.n.m. en donde se recolectaron el 70,20% de las muestras. El segundo, La Joya de los Sachas con una altitud de 275 m.s.n.m. donde se obtuvo el 29,80%. Con respecto al sexo de los animales, se obtuvo un 90,54% de hembras y un 9,46% para machos.

**Tabla 9***Distribución de las muestras por sector, tamaño de la finca y sexo.*

Parámetro	Número de fincas	Número de muestras	Sexo		Sexo (%)		Total (%)
			Hembras	Machos	Hembras	Machos	
<b>Francisco de Orellana</b>	32	245	219	26	62,75	7,45	70,20
Pequeñas	23	136	84	9	24,07	2,58	38,97
Medianas	9	109	135	17	38,68	4,87	31,23
<b>La Joya de los Sachas</b>	9	104	97	7	27,79	2,01	29,80
Pequeñas	5	31	27	4	7,74	1,15	8,88
Grandes	4	73	70	3	20,06	0,86	20,92
<b>Total</b>	41	349	316	33	90,54	9,46	100

*Nota.* (%): porcentaje equivalente.***Distribución de los animales muestreados por edad y sexo***

En el presente trabajo se obtuvieron 232 muestras sanguíneas de hembras adultas; 73 de vaconas vientre; 7 de vaconas fierro y 3 muestras de terneras. Por otro lado, de bovinos machos se recolectaron con los mismos rangos de edad, 7 muestras de toros adultos; 15 toros jóvenes; 4 muestras de toretes y 4 muestras de terneros.

**Tabla 10***Distribución de las muestras por edad y sexo*

Edad (meses)	Sexo		Número de muestras	Porcentaje equivalente
	Hembras	Machos		
1 a 9	3	4	7	2,01
10 a 18	7	4	11	3,15
19 a 36	73	15	88	25,21
37 a 180	232	7	239	68,48
S.R.	3	1	4	1,15
<b>Total</b>	318	31	349	100

*Nota.* (%): porcentaje equivalente; S.R.: animales sin registro.

### **Distribución de animales por raza**

En la provincia de Orellana se encontraron diferentes razas, tales como; Holstein, Jersey, Pardo Suizo, Gyr, Brahman y las cruzas de estas. Se realizó una clasificación en tres grupos base, *Bos taurus*, *Bos indicus* y mestizos, para que las razas puedan ser clasificadas con mayor facilidad. En el presente estudio se recolectaron 109 muestras de sangre de ganado perteneciente a *Bos taurus*; con un 31,23% respecto al total de la muestra; 134 muestras sanguíneas de animales del grupo *Bos indicus* con un porcentaje de 38,40% y 98 animales muestreados de cruzas *taurus x indicus* con un porcentaje de 28,08%.

**Tabla 11**

*Distribución de las muestras por raza*

<b>Raza</b>	<b>Número de muestras</b>	<b>Porcentaje equivalente</b>
<i>Bos taurus</i>	109	31,23
<i>Bos indicus</i>	134	38,40
Mestizos	98	28,08
S.R.	8	2,29
<b>Total</b>	<b>349</b>	<b>100</b>

Nota. S.R.: animales sin registro.

### **Prevalencias**

#### **Prevalencia de babesiosis**

La prueba de microscopia (frotis sanguíneo con tinción Giemsa) permitió identificar la presencia de *Babesia* spp. dentro de los eritrocitos de 11 animales (3,15%) de 349 muestras tomadas. Cada muestra se consideró positiva cuando se evidenció la presencia de al menos un parásito bajo el microscopio. En un estudio paralelo acerca de anaplasmosis, realizado por Andrade (datos no publicados) indican una prevalencia del *Anaplasma* spp. de 48,71%; a pesar de que tanto *Babesia* spp como *Anaplasma* spp. son hemotrópicos no comparten porcentajes similares en cuanto a la prevalencia; esto se debe a que los sectores muestreados realizan

control de garrapatas, lo cual puede llegar a impedir el aumento de la prevalencia de babesiosis. La anaplasmosis puede transmitirse también por vía iatrogénica.

**Tabla 12**

*Prevalencia de babesiosis en muestras de bovinos analizados por la prueba de frotis sanguíneo y coloración Giemsa.*

<b>Parámetro</b>	<b>Número de muestras</b>	<b>Número de fincas positivas</b>	<b>Porcentaje de prevalencia</b>
Fincas	41	8	19,51
Animales	349	11	3,15

La prevalencia de babesiosis bovina de 3,15% encontrada en el presente estudio en la provincia de Orellana a través de la prueba de frotis sanguíneo y coloración Giemsa, están relacionados con los reportados por Herrera (2017) quien determinó una prevalencia de 2,44% a través de la prueba Reacción en Cadena de la Polimerasa, en la misma zona de estudio. Las prevalencias guardan estrecha relación a pesar de que las pruebas diagnósticas tienen diferentes niveles de sensibilidad y especificidad. Adicionalmente la investigación realizada por Blanco *et al.* (2016) realizada en Córdoba Colombia, determina una prevalencia de parásitos endoglobulares de *Babesia* spp del 3,05%, la cual compartiría similitud con las prevalencias mencionas anteriormente. La baja prevalencia, puede estar asociada a factores relacionados como el mecanismo de transmisión de la enfermedad, ya que esta se da tanto en el hospedador definitivo como en el vector, Bettin *et al.* (2000), y demás factores.

***Prevalencia por tamaño de finca***

La prueba de frotis sanguíneo con tinción Giemsa permitió obtener una prevalencia en base al tamaño de las fincas y el número de animales. En las fincas clasificadas como grandes se encontraron 5 casos positivos para *Babesia* spp. en 3 fincas, obteniendo así una prevalencia del 75% a nivel de finca y 6,85% a nivel de hato. En fincas de tamaño mediano, 5 animales resultaron positivos en 3 fincas, obteniendo así una prevalencia de fincas y hatos del 33,33% y



2,75% respectivamente. Por otro lado, en las fincas pequeñas se encontró 3 animales positivos en 2 finca, en donde la prevalencia obtenida es de 7,14% para fincas y 1,80% para hatos.

**Tabla 13**

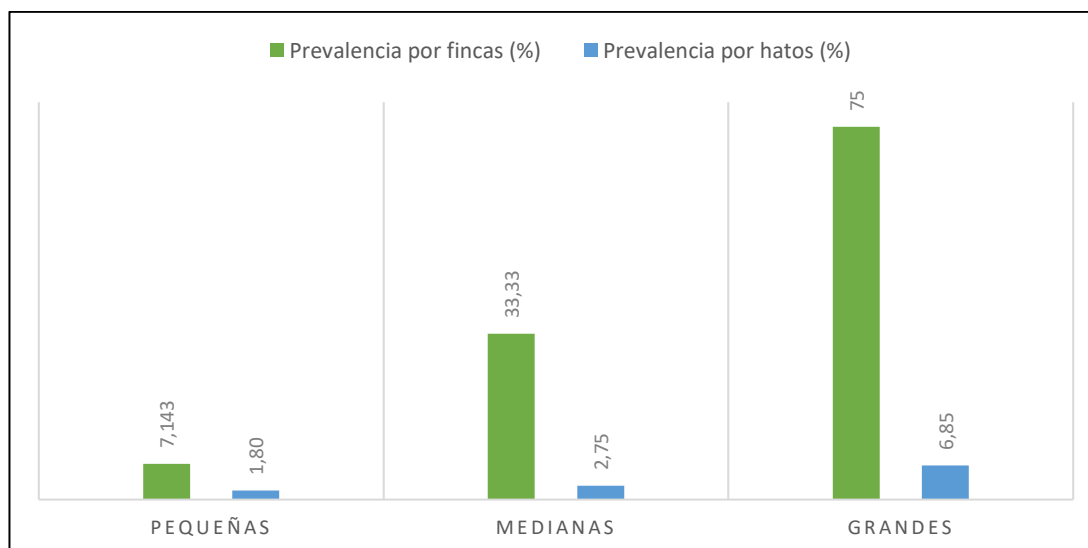
*Prevalencia de babesiosis por tamaño de finca en muestras de bovinos analizados por la prueba de frotis sanguíneo y tinción Giemsa.*

Tamaño de la finca	Número de fincas	Número de muestras	Animales positivos	Número de fincas positivas	Prevalencia en fincas (%)	Prevalencia Hatos (%)
Pequeñas	28	167	3	2	7,14	1,80
Medianas	9	109	3	3	33,33	2,75
Grandes	4	73	5	3	75,00	6,85
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>349</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>19,51</b>	<b>3,15</b>

Nota. (%): porcentaje equivalente.

**Figura 11**

*Prevalencia de babesiosis por tamaño de finca*



Nota. (%): porcentaje equivalente

Vera (2018) llevo a cabo un trabajo de investigación en el Paján Manabí, en el cual obtuvo prevalencia en fincas categorizadas como grandes del 12%, estos datos pueden diferir del presente estudio puesto a que la cantidad de fincas discriminadas como grandes y que

resultaron positivas para babesiosis fue de 3/4, es así que se presentó una prevalencia del 75% en el presente trabajo.

Existe un nivel alto en cuanto a la prevalencia en fincas grandes, esto en vista de la extensión del terreno, cantidad de animales y las condiciones favorables para el ciclo de desarrollo de la garrapata. La población de elevada de este vector va generando inconvenientes en el control y un abuso en el uso de garrapaticidas, González *et al.* (1978).

### **Prevalencia por sector, tamaño de finca y sexo**

En el análisis realizado por sectores se pudo determinar una prevalencia de babesiosis de 15,63% para las fincas ubicadas en el cantón Francisco de Orellana. Mientras que la prevalencia fue de 75% para fincas ubicadas en el cantón La Joya de los Sachas. Adicionalmente en el sector 1, se obtuvo prevalencias para fincas pequeñas, medianas y grandes de 13,04%, 33,33% y 0% respectivamente. En el sector 2 se determinó una prevalencia del 75% en fincas grandes y de 0% para medianas y pequeñas.

**Tabla 14**

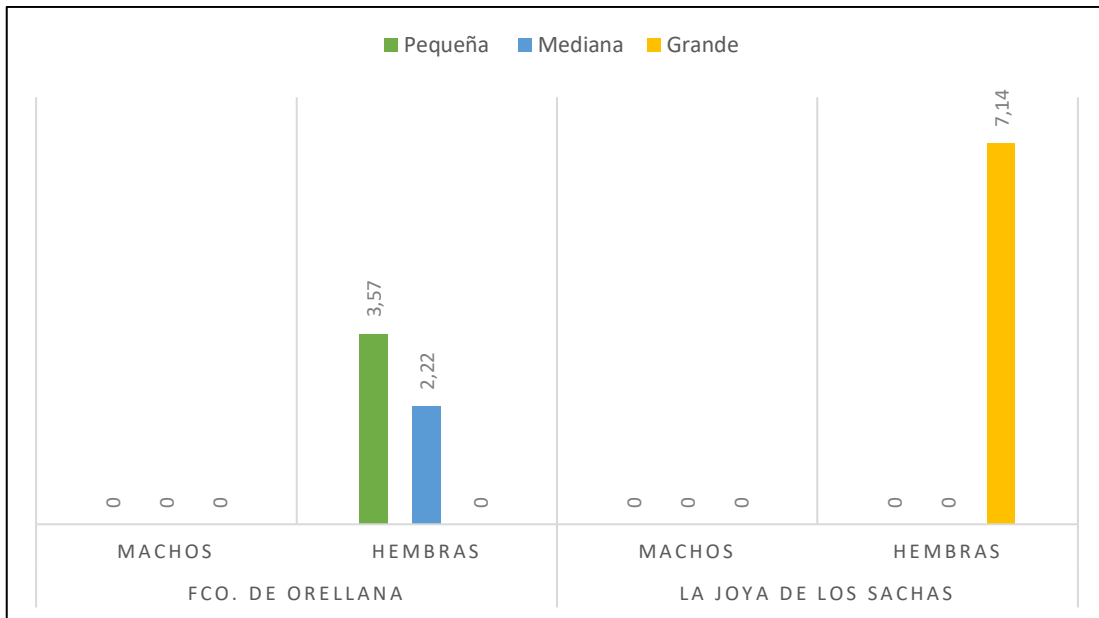
*Prevalencia de babesiosis por sector, tamaño de finca y sexo.*

Tamaño de finca	Número de fincas positivas	Prevalencia (%)		Sexo		Casos (+)	Prevalencia sexo (%)
		Finca	Hato	Hembras	Machos		
<b>Francisco de Orellana</b>	5	15,63	2,45	219	26	6	2,74
Pequeñas	2	13,04	2,21	84	9	3	3,57
Medianas	3	33,33	2,75	135	17	3	2,22
<b>La Joya de los Sachas</b>	3	75	6,85	97	7	5	7,14
Pequeñas	0	0	0	27	4	0	0
Grandes	3	75,00	6,85	70	3	5	7,14
<b>Total</b>	8	19,51	3,15	316	33	11	3,48

Nota. (+): positivos; %: porcentaje equivalente.

**Figura 12**

*Prevalencia de babesiosis por sector, tamaño de finca y sexo.*



Al no poseer una diferencia relevante en cuanto a las altitudes de los dos sectores muestreados, no se puede llegar a afirmar que la altura en m.s.n.m. es un posible factor para la presencia de babesiosis bovina; además las fincas caracterizadas por su tamaño, presentes en los dos cantones en estudio, tienen una diferencia significativa; no obstante, se puede realizar una comparación con el estudio de Vera (2018) realizado en el cantón Paján de la provincia de Manabí, donde indica las prevalencias acorde a la clasificación del tipo de sexo, teniendo un 18% para machos y 82% para hembras. En el presente estudio se asemeja a lo descrito anteriormente; sin embargo, la prevalencia para machos no se pudo calcular por la inexistencia de casos positivos en el mismo. En las fincas grandes existe un mayor número de efectivos (bovinos), por ende, es difícil el control de las garrapatas. El vector de transmisión de la enfermedad tiene una mayor posibilidad de infectar, porque existe una mayor superficie en donde pueden realizar su ciclo exógeno, Bettin *et al.* (2000).

### Prevalencia por raza

En el análisis realizado se presentaron 11 casos positivos para *Babesia* spp. que corresponden a bovinos de las razas *Bos taurus*, *Bos indicus* y mestizos, obteniendo una prevalencia de 2,75% para *taurus*, 3,73% para *indicus* y 3,06% para mestizos.

**Tabla 15**

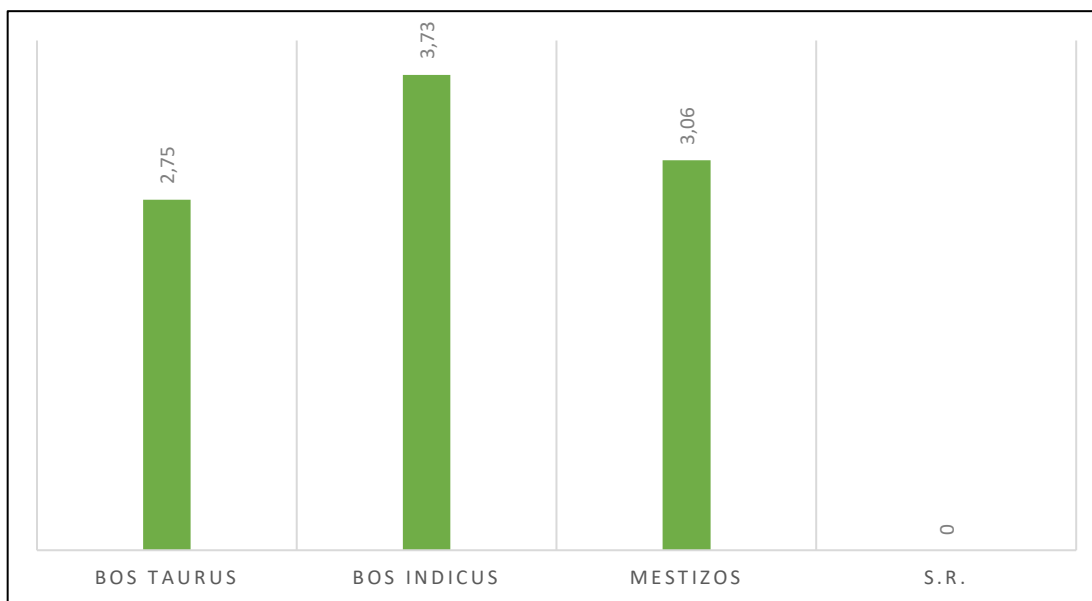
*Prevalencia de babesiosis por raza*

Raza	Número de muestras	Positivos	Prevalencia (%)
<i>Bos taurus</i>	109	3	2,75
<i>Bos indicus</i>	134	5	3,73
Mestizos	98	3	3,06
S.R.	8	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>349</b>	<b>11</b>	<b>3,15</b>

Nota. N.M.: número de muestras; %: porcentaje equivalente.

**Figura 13**

*Prevalencia de babesiosis por categorías de raza*



A ser la zona de muestreo, un sector con condiciones climáticas tropicales y sub tropicales, existe un mayor número de animales de la raza *Bos indicus* (38,39%); a pesar de ello, la prevalencia de babesiosis en animales tipo *Bos taurus* (2,75%), siendo estos más susceptibles, fue similar, sin presentar una diferencia significativa en contra de la de *Bos*

*indicus* (3,73%); esto se corrobora con el estudio realizado por Lipa & Hipólito (2019) donde determinaron la prevalencia en Tambopata Perú, de piroplasmosis bovina en *Bos taurus*, específicamente en la raza Brown Swiss obteniendo así un 24,24% de la enfermedad.

### **Prevalencia por edad**

Se presentaron 8 resultados positivos para *Babesia* spp. en bovinos mayores de 37 meses, 2 resultados positivos en animales de 19 a 36 meses y 1 resultado positivo en bovinos de 10 a 18 meses de edad, tal como se muestran en la tabla 16.

**Tabla 16**

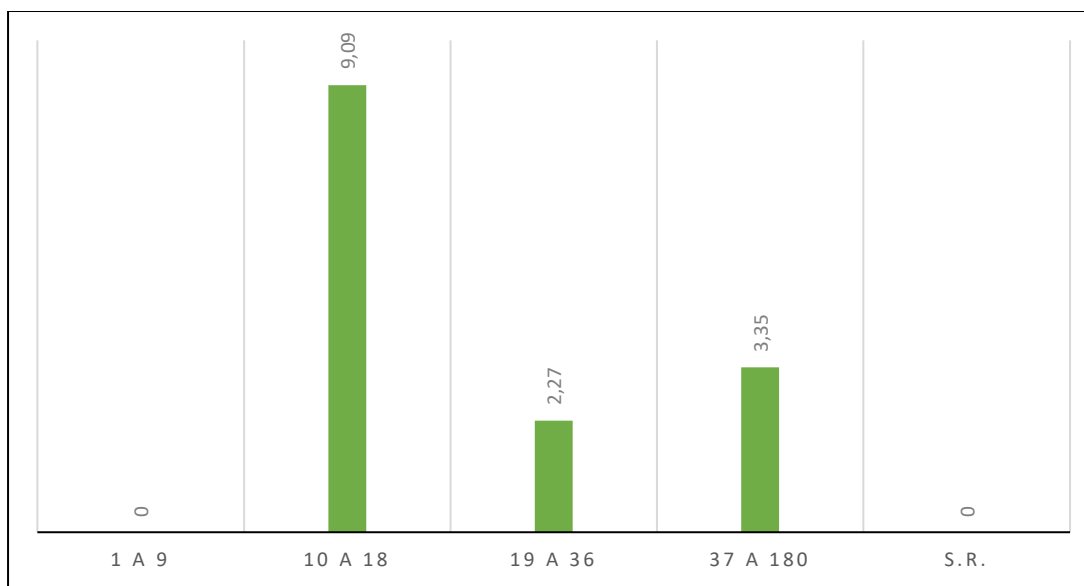
*Prevalencia de babesiosis por edad*

Edad (meses)	Número de muestras	(%)	Positivos	Prevalencia (%)
<b>1 a 9</b>	7	2,01	0	0
10 a 18	11	3,15	1	9,09
19 a 36	88	25,21	2	2,27
37 a 180	239	68,48	8	3,35
S.R.	4	1,15	0	0
<b>Total</b>	<b>349</b>	<b>100</b>	<b>11</b>	<b>3,15</b>

Nota. (%): porcentaje equivalente.

**Figura 14**

*Prevalencia de babesiosis por la discriminación de edades*



La presencia de los parásitos endoglobulares fue mayor en bovinos que tenían un rango de edad entre 10 a 18 meses. Al igual que el estudio realizado por Mateus (1987) en Piedemonte Villavicencio obteniendo prevalencias de 72,8% y 84,1% para *B. argentina* y *B. bigemina* correspondientemente, en animales con un rango de edad mayor a 4 meses. Los anticuerpos que se transmiten por el calostro pueden ser la base del hecho de que los animales con edades inferiores a los 9 meses de edad no sean diagnosticados positivos para el hemotrópico lo cual ha sido descrito anteriormente por Vasco (2014). A diferencia de la anaplasmosis bovina, en donde este hemoparásito, puede atravesar la barrera placentaria existiendo así la posibilidad de que animales de baja edad sean parasitados a corta edad, Añes *et al.* (2010).

### Dependencia de variables

El análisis de Chi-Cuadrado permitió identificar las variables que tienen una relación directa con la presencia de babesiosis. En la tabla 17 se presenta el análisis, el cual indico que no existe una dependencia de las variables con la aparición de la enfermedad.

**Tabla 17**

*Análisis de Chi-Cuadrado para las variables de estudio.*

Variable de exposición	Variable de respuesta	p-valor	Odds Ratio
Sexo	Frotis (+)	0,9927	N.D.
Edad	Frotis (+)	0,6407	N.D.
Raza	Frotis (+)	0,3297	N.D.
Tamaño de finca	Frotis (+)	0,11,27	N.D.

*Nota.* P: probabilidad asociada; N.D.: parámetro no definido.

### Factores de riesgo

Con el objetivo de determinar los posibles factores de riesgo se calculó la medida epidemiológica Odds Ratio (OR). Los factores como: sexo, edad, raza y tamaño de finca, presentaron un sesgo de muestreo involuntario, por ende, el cálculo del (OD) se realizó con los posibles factores de riesgo como: dinámica del hato (Movimientos de los animales, ingreso y

salida de la finca), conocimiento acerca de la enfermedad, presencia de garrapatas y el manejo de los animales. La veracidad de los datos dependía de la persona encuestada, se llegaron a presentar casos en los que se tenía un desconocimiento de información indispensable para los riesgos asociados a la presencia de babesiosis bovina. El cálculo se detalla en la tabla 18.

**Tabla 18**

*Factores de riesgos asociados a la positividad de babesiosis bovinas en las fincas de estudio.*

Factores de riesgo	Categoría	Fincas muestreadas		(OR)	
		Número de fincas	Fincas positivas	Valor	I.C. 95%
Dinámica del hato	Predios aledaños	34	9	2,16	0,22-20,49
	Ferías	7	1		
Conocimiento de la enfermedad	Si	35	5	1,33	0,19-9,28
	No	6	4		
Presencia de garrapatas	Si	38	8	N. D.	
	No	3	0		
Tratamientos	Si	39	8	N. D.	
	No	2	0		
Cambio de agujas	Si	35	7	1,25	0,12-12,48
	No	6	1		

*Nota.* (OR): Odds Ratio; I.C. intervalo de confianza.

Dentro del análisis presentado no se determinó posibles factores de riesgo asociados a la enfermedad, para corroborar a los datos obtenidos del (OR) se calculó un intervalo de confianza de 95%, el cual presentó valores entre 0,12 a 20,49. La interpretación denota que los factores de riesgo no son significativos para presencia de piroplasmosis. A diferencia de la investigación realizada por Montenegro (2022) en la cual, identifica a los factores de riesgo a la edad (animales mayores a 3 años), raza (Jersey y Brown Swiss) y el contacto con bovinos de predios aledaños.

### **Socialización de resultados**

Con los resultados obtenidos en el presente estudio, se realizó una socialización y capacitación a los productores y propietarios de los predios en la provincia de Orellana, se llevó

a cabo charlas de los aspectos acerca de la enfermedad y el tratamiento idóneo. Adicionalmente se impartió una charla acerca de las medidas de prevención con el fin de disminuir un posible brote de babesiosis.

**Figura 15**

*Socialización de resultados*





## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### Conclusiones

- En el presente trabajo de investigación se determinó que la prevalencia para babesiosis bovina en explotaciones de la provincia de Orellana fue de 75%, 33,33% y 7,14% para los predios grandes, medianos y pequeños respectivamente. Con una prevalencia total de 3,15% por medio de la técnica de Frotis sanguíneo y tinción Giemsa.
- El estudio realizado en las fincas de los cantones Francisco de Orellana y la Joya de los Sachas, a través de la prueba de diagnóstico Frotis sanguíneo y coloración Giemsa, no permitió determinar diferencias significativas en la distribución de los resultados obtenidos en base a las variables que según la literatura son consideradas como factores de riesgo.
- Por medio del análisis estadístico Odds Ratio (OR) y los datos obtenidos en la encuesta epidemiológica, se calcularon los posibles factores de riesgo asociados a la presencia de babesiosis, la dinámica del hato con un (OR=2,16); conocimiento de la enfermedad (OR=1,33) y cambio de agujas (OR=1,25), no obstante, no se encontraron dentro del rango significativo.

#### Recomendaciones

- Debido a que la prueba empleada en el presente estudio (Frotis sanguíneo con tinción Giemsa) no permite la identificación del agente causal por especie, se recomienda la aplicación de técnicas moleculares que permitan discriminar los resultados obtenidos entre *B. bovis* y *B. bigemina*.
- Comunicar la información científica generada con Organismos Oficiales de Control, como por ejemplo la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario (AGROCALIDAD) y el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca

(MAGAP), como insumos para la generación de políticas de estado y/o programas de promoción de Salud Bovina en la zona de estudio, con énfasis en el control y prevención de la babesiosis (piroplasmosis) bovina.

- Socializar información referente a la enfermedad con el apoyo de entidades del gobierno, a fin de generar un plan de prevención y control de manejo de babesiosis, así también, las demás enfermedades causadas por hemoparásitos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agrocalidad. (2016). Manual de procedimiento para la vigilancia y control de la inspección ante y post-mortem de animales de abasto en mataderos. *Artículo*, 77. <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/fae3.pdf>
- Aguayo, G., & Vinuesa, R. (2018). *Seroprevalencia de Babesia bigemina en los cantones Río Verde, Quinindé y Eloy Alfaro de la provincia de Esmeraldas* [Trabajo de titulación, Universidad San Francisco de Quito]. <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/7284/1/138147.pdf>
- Añes, N., Romero, O., Valbuena, H., Crisante, G., Rojas, A., & Bolivar, A. (2010). *Detección de transmisión transplacentaria de Anaplasma marginale en bovinos asintomáticos*. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-22592010000400007](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592010000400007)
- Bariani, M. (2018). *Diagnóstico serológico de Babesia bovis, Babesia bigemina y Anaplasma marginale en Establecimientos del Departamento de Tacuarembó* [Tesis de grado, Universidad de la República]. <https://hdl.handle.net/20.500.12008/25105>
- Beati, L., Nava, S., Burkman, E. J., Barros-Battesti, D. M., Labruna, M. B., Guglielmone, A. A., Cáceres, A. G., Guzmán-Cornejo, C. M., León, R., Durden, L. A., & Faccini, J. L. (2013). *Amblyomma cajennense (Fabricius, 1787) (Acari: Ixodidae), the Cayenne tick: phylogeography and evidence for allopatric speciation. BMC Evolutionary Biology, 13, 267.* <http://www.biomedcentral.com/1471-2148/13/267><http://www.biomedcentral.com/1471-2148/13/267>
- Benavidez, E., Vizcano, O., Polanco, N., Mestra, A., & Betancur, O. (2008). Therapeutic effect of an anaplasmodic and anti-protozoa product against the blood parasites of cattle. *Institute For International Cooperation In Animal Biologics*. <https://dr.lib.iastate.edu/server/api/core/bitstreams/06392856-c509-426d-a2e3-da07704ff7fa/content>

- Benítez, D. (2017). *Diagnóstico de Babesia bovis y Babesia bigemina en las ganaderías del sector oeste de la provincia de Zamora Chinchipe, mediante los métodos de Giemsa y Reacción en Cadena de la Polimerasa*. [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/18457/1/Daniel%20Alberto%20Ben%C3%ADtez%20Miranda.pdf>
- Bettin, T., Gonzáles, J., Chies, J., & da Rosa, N. (2000). *Transmissão transovariana de Babesia bovis em Boophilus microplus: Obtenção de cepa de carrapato livre de Babesia spp.* 3, 455–459. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782000000300014>
- Blanco, R., Cardona, J., & Vargas, M. (2016). *Prevalencia de parásitos hemotrópicos endoglobulares en bovinos gyr puros en Córdoba, Colombia.* 8. <http://www.scielo.org.co/pdf/rmv/n31/n31a07.pdf>
- Blaschitz, M., Narodoslavsky-Gföller, M., Kanzler, M., Stanek, G., & Walochnik, J. (2008). *Babesia species occurring in Austrian Ixodes ricinus ticks.* *Applied and Environmental Microbiology*, 74(15), 4841–4846. <https://doi.org/10.1128/AEM.00035-08>
- Bock, R., Jackson, L., de Vos, A., & Jorgensen, W. (2004). Babesiosis of cattle. In *Parasitology* (Vol. 129, Issue SUPPL.). <https://doi.org/10.1017/S0031182004005190>
- Canto, G., Figueroa, J., Ramos, J., Alvarez, J., Mosqueda, J., & Vega, C. (1999). Evaluación de la patogenicidad y capacidad protectora de un inmunógeno fresco combinado de *Babesia bigemina* y *Babesia bovis*. *Redalyc*, 30(3), 215–220. <https://www.redalyc.org/pdf/423/42330301.pdf>
- Chaudhry, Z. I., Suleman, M., Younus, M., & Aslim, A. (2010). Molecular Detection of *Babesia bigemina* and *Babesia bovis* in Crossbred Carrier Cattle Through PCR. In *Pakistan J. Zool* (Vol. 42, Issue 2). [https://www.zsp.com.pk/pdf/201-204%20\(13\).pdf](https://www.zsp.com.pk/pdf/201-204%20(13).pdf)
- Chávez, G. (2021). *Prevalencia de hemotrópicos en predios bovinos del cantón Santa Lucía de la provincia del Guayas* [Tesis de Licenciatura, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/54494>

- Chávez, M., Cholota, C., Medina, V., Yugcha, M., Ron, J., Martín, S., Gómez, G., Saegerman, C., & Reyna, A. (2021). Detection of *Babesia* spp. In high altitude cattle in Ecuador, possible evidence of the adaptation of vectors and diseases to new climatic conditions. In *Pathogens* (Vol. 10, Issue 12). <https://doi.org/10.3390/pathogens10121593>
- Cuore, U., Altuna, M., Cicero, L., Fernández, F., Luengo, L., Mendoza, R., Nari, A., Pérez Rama, R., Solari, M., & Trelles, A. (2012). Implementation of the Tick Generational Treatment in the Eradication of a Multi resistant Population of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* in Uruguay. *Artículo Científico*, 5–13. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4190069>
- Da Silveira, J. A. G., Rabelo, É. M. L., & Ribeiro, M. F. B. (2011). Detection of Theileria and Babesia in brown brocket deer (*Mazama gouazoubira*) and marsh deer (*Blastocerus dichotomus*) in the State of Minas Gerais, Brazil. *Veterinary Parasitology*, 177(1–2), 61–66. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2010.10.044>
- Fernández, P., Mt, A., & Montero, C. (1997). Investigación: Determinación de factores de riesgo Determinación de factores de riesgo. In *Cad Aten Primaria* (Vol. 4). [www.fisterra.com](http://www.fisterra.com)
- González, E. F., Corner, D. E., Todorovic, R. A., & López, G. (1978). *Epidemiología de la anaplasmosis y babesiosis bovina en el valle geográfico del río Cauca*. 8. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/795>
- González, J., Echaide, I., Pabón, A., Piñeros, J. G., Blair, S., & Tobón-Castaño, A. (2018). Babesiosis prevalence in malaria-endemic regions of Colombia. *Artículo Científico*, 8. <http://www.jvbd.org>
- Grijalva, J., Arévalo, V., & Wood, C. (2004). *Expansión y Trayectorias de la Ganadería en la Amazonía del Ecuador* (Vol. 1). <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=EC2005000004>
- Hakimi, H., Asada, M., Ishizaki, T., & Kawazu, S. (2021). Isolation of viable *Babesia bovis* merozoites to study parasite invasion. *Scientific Reports*, 8. [10.1038/s41598-021-96365-w](https://doi.org/10.1038/s41598-021-96365-w)

- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2013). *Metodología de la Investigación Hernández Sampieri* (6ta ed.). <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Herrera, I. (2017). *Detección molecular de infección natural por Babesia bovis (Babes, 1888) y Babesia bigemina (Smith & Kilborne, 1893), en garrapatas y tres grupos de mamíferos domésticos asociados a fincas en dos parroquias rurales de la Amazonía*. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/14153>
- INEC, & ESPAC. (2021). Información Productiva Territorial del Ecuador. *SipaAgricultura*, 1. [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac-2021/Principales%20resultados-ESPAC\\_2021.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2021/Principales%20resultados-ESPAC_2021.pdf)
- Labruna, M. (2020). Anatomía externa de las garrapatas, con énfasis en la familia Ixodidae (1a ed.). Universidad de São Paulo.
- Laha, R., Das, M., & Sen, A. (2015). Morphology, epidemiology, and phylogeny of *Babesia*: An overview. *Tropical Parasitology*, 5(2), 94–100. 10.4103/2229-5070.162490. PMID: 26629451; PMCID: PMC4557164.
- Lipa, O., & Hipólito, A. (2019). *Determinación de la prevalencia de babesiosis en bovinos de la raza Brown Swiss en el sector Castañal del Distrito de Tambopata - Madre de Dios*. <http://hdl.handle.net/20.500.14070/884>
- Martínez, M., Caraballo, L., & Blanco, P. (2019). *Babesia bigemina* en bovinos del Municipio Los Palmitos (Sucre, Colombia). *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 20(1). [https://doi.org/10.21930/rcta.vol20\\_num1\\_art:1248](https://doi.org/10.21930/rcta.vol20_num1_art:1248)
- Mateus, G. (1987). *Epizootiología de la babesiosis bovina área de Villavicencio*. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/898>

- Montenegro, J. (2022). *Estudio de prevalencia y factores de riesgo asociados a hemoparásitos en bovinos de Villavicencio, Colombia* [Trabajo de grado - Pregrado, Universidad de Ciencias Ambientales y Aplicadas]. <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/4510>
- Morilla, A. (2009). Inmunología de la babesiosis. *Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias S.A.R.H.*, 1(1), 1–38. <https://fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CVvol3/CVv3c09.pdf>
- Paucar, V., Ron-Román, J., Benítez-Ortiz, W., Celi, M., Berkvens, D., Saegerman, C., & Ron-Garrido, L. (2021). Bayesian estimation of the prevalence and test characteristics (Sensitivity and specificity) of two serological tests (rb and sat-edta) for the diagnosis of bovine brucellosis in small and medium cattle holders in Ecuador. *Microorganisms*, 9(9). <https://doi.org/10.3390/microorganisms9091815>
- Ríos, L., Zapata, R., Reyes, J., Mejía, J., & Baena, A. (2010). *Estabilidad enzoótica de babesiosis bovina en la región de Puerto Berrío, Colombia*. 20(5), 29–37. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-22592010000500006#:~:text=As%C3%AD%2C%20una%20zona%20presenta%20estabilidad,spp%20%5B29%2C%2037%5D](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592010000500006#:~:text=As%C3%AD%2C%20una%20zona%20presenta%20estabilidad,spp%20%5B29%2C%2037%5D).
- Rodríguez-Vivas, R. I., Jonsson, N. N., & Bhushan, C. (2018). Strategies for the control of *Rhipicephalus microplus* ticks in a world of conventional acaricide and macrocyclic lactone resistance. *Parasitology Research*, 117(1), 3–29. <https://doi.org/10.1007/s00436-017-5677-6>
- Schiaffino, A., Rodríguez, M., & Pasarín, M. (2003). *¿Odds ratio o razón de proporciones? Su utilización en estudios transversales*. 17(1), 51–51. [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0213-91112003000100012#:~:text=Antecedentes%3A%20En%20los%20estudios%20transversales,utilizan%20la%20definici%C3%B3n%20de%20PR](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0213-91112003000100012#:~:text=Antecedentes%3A%20En%20los%20estudios%20transversales,utilizan%20la%20definici%C3%B3n%20de%20PR).
- Smith, R. D. (1978). *Ciclo biológico de Babesia en la garrapata*.

- Soto, A., & Herrera, I. (2017). *Detección molecular de infección natural por Babesia bovis (Babes, 1888) y Babesia bigemina (Smith & Kilborne, 1893), en garrapatas y tres grupos de mamíferos domésticos asociados a fincas en dos parroquias rurales de la Amazonía* [Tesis de titulación, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/14153>
- Terkawi, M. A., Huyen, N. X., Shinuo, C., Inpankaew, T., Maklon, K., Aboulaila, M., Ueno, A., Goo, Y. K., Yokoyama, N., Jittapalapong, S., Xuan, X., & Igarashi, I. (2011). Molecular and serological prevalence of *Babesia bovis* and *Babesia bigemina* in water buffaloes in the northeast region of Thailand. *Veterinary Parasitology*, 178(3–4), 201–207. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.01.041>
- Vasco, K. (2014). *Standardization of melting curve analysis for the detection of Babesia in ticks using nucleotide polymorphisms" Animal health View project Antibiotic resistance View project* [Tesis de Grado, Universidad Central del Ecuador]. [https://www.researchgate.net/publication/269338262\\_Standardization\\_of\\_melting\\_curve\\_analysis\\_for\\_the\\_detection\\_of\\_Babesia\\_in\\_ticks\\_using\\_nucleotide\\_polymorphisms](https://www.researchgate.net/publication/269338262_Standardization_of_melting_curve_analysis_for_the_detection_of_Babesia_in_ticks_using_nucleotide_polymorphisms)
- Vera, J. (2018). *Prevalencia de Piroplasmosis (Babesia bovis) en bovinos de la parroquia Campozano del Cantón Paján* [Tesis de Ingeniería Agropecuaria, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/1286>