

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**DETERMINACIÓN DE LA PRESENCIA DE BABESIOSIS EN
PERROS CALLEJEROS DE LAS CIUDADES DE
GUATEMALA Y PANAJACHEL Y SU CORRELACIÓN CON
SEXO, PROCEDENCIA Y PRESENCIA DE GARRAPATAS**

EDILZARTH HERNÁNDEZ SAMAYOA

Médico Veterinario

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2015

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**DETERMINACIÓN DE LA PRESENCIA DE BABESIOSIS EN
PERROS CALLEJEROS DE LAS CIUDADES DE GUATEMALA Y
PANAJACHEL Y SU CORRELACIÓN CON SEXO, PROCEDENCIA
Y PRESENCIA DE GARRAPATAS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD

POR

EDILZARTH HERNÁNDEZ SAMAYOA

Al conferirse el título profesional de

Médico Veterinario

En el grado de Licenciado

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2015

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
JUNTA DIRECTIVA**

| | |
|-------------|--|
| DECANO: | M.Sc. Carlos Enrique Saavedra Vélez |
| SECRETARIA: | M.V. Blanca Josefina Zelaya Pineda |
| VOCAL I: | M. Sc. Juan José Prem González |
| VOCAL II: | Lic. Zoot. Edgar Amílcar García Pimentel |
| VOCAL III: | M.V. Carlos Alberto Sánchez Flamenco |
| VOCAL IV: | Br. Javier Augusto Castro Vásquez |
| VOCAL V: | Br. Andrea Analy López García |

ASESORES

M.A. MANUEL EDUARDO RODRÍGUEZ ZEA

M.V. CARMEN GRISELDA ARIZANDIETA ALTÁN

PhD. DENNIS SIGFRIED GUERRA CENTENO

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con lo establecido por los reglamentos y normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de graduación titulado

DETERMINACIÓN DE LA PRESENCIA DE BABESIOSIS EN PERROS CALLEJEROS DE LAS CIUDADES DE GUATEMALA Y PANAJACHEL Y SU CORRELACIÓN CON SEXO, PROCEDENCIA Y PRESENCIA DE GARRAPATAS

Que fuera aprobado por la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Como requisito previo a optar por el título profesional de:

MÉDICO VETERINARIO

ACTO QUE DEDICO

A Dios: por siempre estar presente, dándome la sabiduría y la fortaleza para alcanzar esta meta de forma satisfactoria.

A mi padre: por su apoyo incondicional, tanto económica como moralmente, brindándome la oportunidad de estudiar.

Aunque no estés presente físicamente, sé que estarías feliz al verme culminar esta carrera (Q. E. P. D.)

A mi madre: por todo su amor y paciencia a lo largo de mi carrera, pues su mayor deseo era verme logrando esta meta.

Gracias por siempre creer en mí y darme tu apoyo.

A mis hermanos: Laura y Julio por su apoyo y consejo. Por siempre estar en los momentos en que más los necesité.

A mi novia: por su amor y comprensión, y por siempre darme ánimos para seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

- A: La Universidad de san Carlos de Guatemala, en especial a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- A: Todos mis catedráticos, por sus conocimientos transmitidos durante mi formación académica.
- A: Mis asesores: M.A. Manuel Rodríguez Zea, M.V. Carmen Arizandieta y PhD. Dennis Guerra.

Por el tiempo y apoyo dedicado al guiarme en la elaboración de este trabajo.
- A: todas aquellas personas que de una u otra manera me apoyaron a lo largo de mi carrera e hicieron posible alcanzar esta meta.

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. HIPÓTESIS | 2 |
| III. OBJETIVOS | 3 |
| 3.1 Objetivo General | 3 |
| 3.2 Objetivos Específicos..... | 3 |
| IV. REVISIÓN DE LITERATURA | 4 |
| 4.1 Babesiosis | 4 |
| 4.2 Sinónimos | 4 |
| 4.3 Distribución | 4 |
| 4.4 Etiología | 4 |
| 4.4.1 Babesia canis | 5 |
| 4.4.2 Babesia gibsoni | 7 |
| 4.5 Transmisión | 8 |
| 4.6 Patogenia..... | 9 |
| 4.7 Inmunidad | 12 |
| 4.8 Sintomatología..... | 13 |
| 4.9 Hallazgos patológicos..... | 17 |
| 4.10 Diagnóstico | 18 |
| 4.11 Diagnóstico diferencial..... | 20 |
| 4.12 Tratamiento..... | 21 |
| 4.12.1 Aceturato de diminazene | 21 |
| 4.12.2 Isetionato de fenamidina (4,4'-diamino difeniléter) | 22 |
| 4.12.3 Dipropionato de imidocarb | 22 |
| 4.12.4 Clindamicina | 22 |
| 4.12.5 Sulfato de Quinuronio, (Pireván, Acapron, Babesán, Piroparv)..... | 23 |
| 4.12.6 Tripán azul..... | 23 |
| 4.13 Tratamiento de mantenimiento | 23 |

| | | |
|--------------|---|-----------|
| 4.14 | Prevención y control | 24 |
| 4.15 | Seguimiento..... | 24 |
| V. | MATERIALES Y MÉTODOS..... | 25 |
| 5.1 | Recursos Humanos | 25 |
| 5.1.1 | Tesista..... | 25 |
| 5.1.2 | Asesores..... | 25 |
| 5.2 | Área de Estudio | 25 |
| 5.3 | Recursos biológicos..... | 26 |
| 5.4 | Materiales | 26 |
| 5.4.1 | Materiales..... | 26 |
| 5.4.2 | Equipo | 26 |
| 5.5 | Metodología..... | 27 |
| 5.5.1 | Diseño del estudio..... | 27 |
| 5.5.2 | Selección de grupo de estudio | 27 |
| 5.5.3 | Selección de la muestra | 27 |
| 5.5.4 | Obtención de la muestra sanguínea..... | 27 |
| 5.5.5 | Procesamiento de la muestra sanguínea | 28 |
| 5.5.6 | Observación de frotis sanguíneos | 28 |
| 5.6 | Análisis Estadístico..... | 28 |
| VI. | RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 29 |
| VII. | CONCLUSIONES..... | 33 |
| VIII. | RECOMENDACIONES | 34 |
| IX. | RESUMEN | 35 |
| | SUMMARY | 36 |
| X. | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 37 |
| XI. | ANEXOS | 40 |

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, las enfermedades infecciosas transmitidas por garrapatas han despertado especial interés en Medicina Veterinaria, siendo una de estas la babesiosis canina.

La babesiosis es una enfermedad de distribución mundial, que se presenta frecuentemente en regiones tropicales y subtropicales; sin embargo, su diagnóstico no se ha limitado a estos climas, por lo que se describe como una enfermedad cosmopolita. Se clasifica como una hemoparasitosis y su agente etiológico es el protozoo conocido como *Babesia* spp. Las *Babesia* spp son parásitos eritrocitarios que afectan animales domésticos, salvajes y a humanos. La babesiosis produce en el perro un cuadro clínico caracterizado por un síndrome febril y hemolítico, originando cuadros importantes de anemia con sus asociados signos clínicos; pudiendo llegar a producir la muerte si no se realiza un diagnóstico precoz y un tratamiento efectivo.

Actualmente, en Guatemala, la babesiosis es una enfermedad que se encuentra subdiagnosticada; a pesar del incremento en el número de casos, en los que existen múltiples coinfecciones en el mismo perro (*Ehrlichia*, *Babesia*, *Anaplasma* y *Mycoplasma*). Así mismo, a nivel nacional, la información con la que se cuenta es escasa y dispersa, por lo que se considera necesaria la investigación sobre su presencia, ya que es una enfermedad endémica en nuestro país, debido a que el vector que la transmite, la garrapata, se encuentra presente en todo el territorio guatemalteco.

Con la presente investigación determiné la presencia de babesiosis en perros callejeros muestreados en las ciudades de Guatemala y Panajachel, y la relación de la presencia y carga parasitaria con el sexo, procedencia y presencia de garrapatas.

II. HIPÓTESIS

La presencia de babesiosis en los perros callejeros muestreados en las ciudades de Guatemala y Panajachel no depende del sexo, procedencia y presencia de garrapatas en el hospedero.

La carga parasitaria de *Babesia* spp. en los perros callejeros muestreados en las ciudades de Guatemala y Panajachel no se ve afectada por el sexo, procedencia y presencia de garrapatas en el hospedero.

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

- Generar información del estado actual y algunos aspectos epizootiológicos de la babesiosis en las ciudades de Guatemala y Panajachel.

3.2 Objetivos Específicos

- Determinar la presencia de *Babesia* spp. en muestras de sangre de perros callejeros provenientes de las ciudades de Guatemala y Panajachel.
- Determinar si la presencia de babesiosis depende del sexo, procedencia y presencia de garrapatas al momento de tomar las muestras de sangre en perros callejeros de las ciudades de Guatemala y Panajachel.
- Determinar la carga parasitaria de *Babesia* spp. en perros con resultado positivo.
- Determinar si la carga parasitaria de *Babesia* spp. se ve afectada por el sexo, procedencia y presencia de garrapatas en perros callejeros, provenientes de las ciudades de Guatemala y Panajachel.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Babesiosis

La babesiosis es una enfermedad causada por protozoarios del género *Babesia*, transmitidos por garrapatas. Estos protozoarios parasitan los glóbulos rojos de los carnívoros, produciendo así en el perro un cuadro clínico caracterizado por un síndrome febril y hemolítico, lo que origina cuadros importantes de anemia progresiva y hemoglobinuria (Cordero *et al.* 1999, Morgan 1999, Roura 2006, Mas 2010).

4.2 Sinónimos

Fiebre biliar, fiebre por garrapata, ictericia maligna, piroplasmosis canina, piroplasmosis del perro (Fiebiger 1941, Georgi 1972, Estévez Estrada 2000).

4.3 Distribución

La babesiosis canina está extendida en todo el mundo. Su distribución es cosmopolita, y es especialmente frecuente en zonas tropicales o subtropicales, habiendo sido diagnosticada, sin embargo, en países de tan diferentes climas como en algunos de Europa, Asia, América Central y del Sur, Oceanía, Estados Unidos y México (Mehlhorn *et al.* 1994, Cordero *et al.* 1999, Morgan 1999).

4.4 Etiología

Se han identificado más de 73 especies de babesia. Tradicionalmente eran tres las especies de *Babesia* que se decía que afectaban al perro: *Babesia canis*, *Babesia gibsoni* y *Babesia vogeli*, siendo *B. canis* la más importante de todas. Actualmente, se ha hecho hincapié en las características diferenciales, reconociendo únicamente a dos que parasitan de manera natural a los perros: *B. canis* y *B. gibsoni*, siendo la primera la más importante a nivel mundial. (Fiebiger 1941, Benbrook y Sloss 1965, Soulsby 1987, Cordero *et al.* 1999, Morgan 1999, Estévez Estrada 2000, Kujman *et al.* 2005).

Babesia canis se encuentra dividida en tres subespecies antigénica y enzimáticamente distintas:

B. canis vogeli

B. canis canis

B. canis rossi (Fiebiger 1941, Benbrook y Sloss 1965, Soulsby 1987, Cordero *et al.* 1999, Morgan 1999, Mas 2010).

4.4.1 Babesia canis

4.4.1.1 Morfología

Las formas jóvenes van de esféricas a cónicas, tomando posteriormente formas ameboideas. Las mayores son piriformes y con frecuencia se encuentra una vacuola en el citoplasma. Pueden formar ángulos entre sí. Se puede presentar pleomorfismo, y los organismos varían entre formas ameboideas y de anillo. Suele observarse la infección individual o múltiple de los eritrocitos, en pares o en gran cantidad, encontrándose a veces hasta 16 o más parásitos en un solo hematíe. En la infección reciente se encuentran formas producidas por la esquizogonia. Más tarde se pueden encontrar también un número muy grande de parásitos en las células endoteliales del pulmón, hígado, el riñón y medula ósea, y también en los macrófagos, probablemente debido a la eritrofagocitosis (Fiebiger 1941, Soulsby 1987, Kujman *et al.* 2005, Mas 2010).

Las formas jóvenes tienen división múltiple y las mayores divisiones sencillas. *B. canis* es la mayor de las babesias conocidas, y su tamaño va desde de 2,4x4.5 a 2,4x7 μm de largo (Fiebiger 1941, Benbrook y Sloss 1965, Soulsby 1987, Cordero *et al.* 1999, Morgan 1999, Kujman *et al.* 2005).

4.4.1.2 Ciclo biológico

El ciclo de *B. canis* tiene lugar en *Rhipicephalus sanguineus* y *Haemaphysalis leachi*. El ciclo biológico en la garrapata hospedadora se puede resumir de la siguiente forma: después de la ingestión de sangre por una

garrapata adulta, se destruyen rápidamente la mayoría de los parásitos presentes en los glóbulos rojos. Los que sobreviven abandonan las células y se movilizan, penetran en las paredes de los divertículos en el celoma, llegando a través de la hemolinfa hasta los ovarios, donde invaden los óvulos. Se produce la multiplicación en los huevos, y estas formas son la fuente de la transmisión transovárica, cuando los huevos se transforman en larvas; la larva infestada puede transmitir la infección, pero los parásitos pueden sobrevivir después de las diferentes mudas que realizan las garrapatas, manteniendo la capacidad de infección durante varias generaciones de garrapatas, aun cuando éstas se alimentan en hospedadores no adecuados (Soulsby 1987).

Cuando una ninfa ingiere sangre infestada, hay una destrucción semejante de los parásitos, y los supervivientes sufren un complicado desarrollo en las células de la capa subcuticular y producen formaciones en forma de bastón, que se liberan, son móviles y se encuentran en la hemolinfa. Al hacerse adulta la ninfa, estas formas penetran en los músculos, se redondean, sufren una marcada multiplicación, y luego permanecen inactivas hasta que los adultos se alimentan. Entonces se hacen móviles, pasan a las glándulas salivares y se multiplican nuevamente en las células de los acini. Estas son las formas infectantes, que pasan al hospedador cuando la garrapata ingiere sangre (Soulsby 1987).

Cuando las larvas ingieren sangre infectada, se produce la misma destrucción parasitaria, apareciendo las formas que no son destruidas como cuerpos uninucleados, que se incorporan a los tejidos de la ninfa cuando tiene lugar la ecdisis (Soulsby 1987).

4.4.1.3 Epidemiología y distribución geográfica

Sus hospederos son el perro en Asia, África, Sur de Europa, Estados Unidos, Puerto Rico, América del Sur y Central. Se han encontrado lobos, chacales rayados y chacales de espalda negra infestados naturalmente en

Turquestán, África del Este y Sudáfrica, respectivamente. El zorro rojo y el plateado han sido infestados experimentalmente en Alemania (Soulsby 1987).

La distribución geográfica de *B. canis* se puede considerar cosmopolita, incluyendo África, Asia, Australia, Europa, Centroamérica, Sudamérica, Japón y Estados Unidos; *B. canis vogeli* es la principal subespecie en Estados Unidos (Quiroz 1988, Morgan 1999).

En México *B. canis* se encuentra principalmente en las zonas costeras y en los valles con clima tropical y subtropical, que permiten el desarrollo de garrapatas *Rhipicephalus* y *Dermacentor* (Quiroz 1988).

4.4.2 Babesia gibsoni

4.4.2.1 Morfología

Son pleomórficas con cuerpos de forma anular, solitarios, de tamaño pequeño con 1,2 x 3,2 μm y no poseen trofozoitos piriformes. Los trofozoitos son característicamente ovoides o anulares, pueden tener forma de anillo o de sello, y raras veces se pueden observar formas ovoides o circulares azuladas, de un tamaño aproximado de la mitad de la célula hospedadora, o bien formas alargadas extendidas a lo largo de la célula (Soulsby 1987, Cordero *et al.* 1999, Morgan 1999).

4.4.2.2 Ciclo Biológico

Es parecido al de *B. canis*. Las garrapatas transmisoras son *Haemaphysalis bispinosa* y *R. sanguineus* en la India, que son ixódidos de dos hospedadores (Soulsby 1987).

La enfermedad que produce *B. gibsoni* es más crónica que la que produce *B. canis*. Existen periodos de fiebre y anemia progresiva, con hemoglobinuria. Puede producirse la muerte después de varias semanas o meses de la

enfermedad. El tamaño del bazo y del hígado está notablemente aumentado, pero no es frecuente la ictericia (Soulsby 1987).

4.4.2.3 Epidemiología y distribución geográfica

Los hospederos principales son el perro en la India, Sri Lanka, algunas partes de China, Turquestán, y posiblemente en algunas partes del Norte de África; el chacal (*Canis aureus*) en la India; el lobo (*Canis lupus*) en Turquestán y el zorro (*Vulpes vulpes dorsalis*) en el Sudán están infestados naturalmente (Soulsby 1987, Quiroz 1988).

Se encuentra distribuida en Estados Unidos, Japón, India, Sri Lanka, Corea, Malasia y Egipto. Es ligeramente patógena para sus huéspedes carnívoros silvestres como el chacal, pero en el perro ocasiona piroplasmosis de curso crónico, con recaídas, produciendo a veces casos mortales (Quiroz 1988, Morgan 1999).

4.5 Transmisión

Los principales vectores de caninos son las garrapatas, estas transmiten la *Babesia* spp mientras se alimentan de sangre, de forma transtadialmente y transováricamente. Si bien la vía más común de transmisión es la mordedura de las garrapatas vectoras, la transmisión entre perros puede darse a través de la placenta y por medio de transfusiones sanguíneas. (Fiebiger 1941, Georgi 1972, Soulsby 1987, Mehlhorn *et al.* 1994, Morgan 1999, Kujman *et al.* 2005, Roura 2006)

El vector principal de *B. canis* es la garrapata marrón del perro, *Rhipicephalus sanguineus*, que es cosmopolita. Ha sido comprobado como vector sobre todo en la India, Alemania, Francia, Sudáfrica, Estados Unidos y Brasil. *Dermacentor marginatus* y *Dermacentor reticulatus* han sido señalados como vectores en Francia, Alemania y la Unión Soviética. *Dermacentor venustus* (*D. andersoni*) puede actuar como vector en Francia; *H. leachi*, en Sudáfrica, e

Hyalomma plumbeum plumbeum en la Unión Soviética, los vectores de *B. gibsoni* son *H. bispinosa* y *R. sanguineus*.

(Fiebiger 1941, Soulsby 1987, Kujman *et al.* 2005, Roura 2006, Mas 2010).

4.6 Patogenia

La garrapata debe alimentarse de 2 a 3 días para que se produzca la transmisión, y el período de incubación luego de la mordedura de una garrapata infectada oscila entre 10 - 21 días. (Soulsby 1987, Quiroz 1988, Cordero *et al.* 1999, Morgan 1999).

El huésped manifiesta una respuesta inmunitaria importante; sin embargo, el organismo no parece capaz de eliminar completamente la infección, y es por ello que los pacientes que se recuperan, suelen quedar como portadores crónicos del parásito. (Kujman *et al.* 2005).

Los cachorros pueden enfermar de forma clínica, tan severa como los perros adultos. En cachorros menores de ocho meses es común que la respuesta inmune sea deficiente, por lo cual la signología es más acentuada, observando que cuanto más joven es el perro, más susceptible. (Soulsby 1987, Kujman *et al.* 2005).

En infección experimental de animales susceptibles con sangre infestada, inicialmente se produce una parasitemia transitoria que dura entre tres y cuatro días, después de los cuales desaparecen los parásitos de sangre periférica durante unos diez a catorce días. Aproximadamente dos semanas después de la infección, se produce una segunda parasitemia, alcanzando al día 20 el número máximo de parásitos en sangre debiéndose el incremento de parásitos en los glóbulos rojos a la fisión binaria en el interior de las células. Las células que albergaban trofozoítos múltiples que contienen un número de parásitos de dos o múltiplos de dos (Soulsby 1987, Kujman *et al.* 2005).

La patogenicidad del parásito varía según condicionantes de éste (virulencia de la cepa, primoinfección o reinfección, número de parásitos que penetren y ritmo de penetración, etc. y esto puede ser el factor más importante en el resultado de la infección), y del hospedador (los animales jóvenes, mal nutridos, con enfermedades concomitantes, o animales que no han tenido contacto con el parásito y son introducidos en zonas endémicas, son más sensibles a padecer, o padecen más gravemente las enfermedades, ya que la intensidad de la sintomatología clínica parece depender del estado inmunitario del huésped). Además, dado que la Babesia es capaz de localizarse prácticamente, en todos los órganos y tejidos, la patogenia que se presente varía según el órgano más afectado (Soulsby 1987 Cordero *et al.* 1999, Morgan 1999).

Se estudió que aunque la anemia hemolítica producida por los microorganismos que se replican mediante fisión binaria en los eritrocitos, se produce en las infecciones no complicadas, la actividad de la hematopoyesis permite la recuperación en muchos casos. Por otro lado, se encontró una cepa de *B. canis* obtenida en Elberfeld (Alemania) en 1,938, que había sido mantenida por sub inoculación en perros y cachorros, y que fue muy virulenta para los cachorros, a los que produjo la muerte a los cuatro o cinco días. La inoculación de 1 o 2 ml de sangre, por vía intravenosa o intraperitoneal, produjo la muerte después de la aparición de los signos clínicos. No fue siempre mortal en los perros adultos, aunque se produjo a menudo una hemólisis grave. El papel de las quininas plasmáticas en la patogenia de la babesiosis canina todavía no se conoce, y necesita ser investigado (Soulsby 1987, Morgan 1999).

En condiciones naturales y en zonas endémicas, se puede observar una amplia variedad de manifestaciones clínicas de la enfermedad (Soulsby 1987).

La enfermedad aguda consiste fundamentalmente en una hemólisis intravascular con hemoglobinemia, bilirrubinemia y hemoglobinuria. Los animales infectados suelen presentar Coombs positivo, pero no se conoce en qué medida la

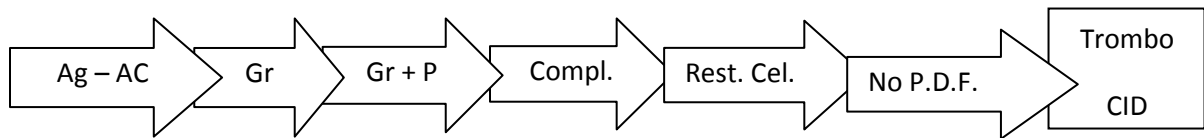
destrucción de los eritrocitos se debe a mecanismos inmunitarios. La hipoxia inducida por la intensa anemia puede inducir una coagulación intravascular diseminada (Morgan 1999).

Las infecciones crónicas se presentan cuando el parásito se mantiene en el organismo en estado latente debido a reacciones inmunitarias del huésped (premunición). (Morgan 1999).

La Babesia posee varios mecanismos de acción patógena. Ejerce acción expoliatriz al alimentarse de la hemoglobina del eritrocito; acción tóxica por los productos de secreción y excreción; y acción mecánica a nivel de capilares ocasionando aglomeraciones y al ocupar gran parte del espacio funcional del eritrocito y provocando ruptura de los mismos tras la división de los trofozoítos en su interior, incrementada por la acción traumática al destruir al eritrocito como consecuencia de la fagocitosis, como mecanismo celular de defensa del organismo contra el hemoparásito. Los eritrocitos marcados en su superficie por el complemento (tanto si tienen en su interior Babesias, como si no), son fagocitados y destruidos. Además, se produce un cambio de fragilidad en los hematíes, nueva vía para la destrucción de ellos. Todo ello conduce a la presencia de una grave anemia (hemólisis intravascular), que se mantiene durante el tiempo que dure la enfermedad (Quiroz 1988, Cordero *et al.* 1999).

Se presenta con frecuencia edema, especialmente en zonas declives, como consecuencia del aumento de permeabilidad vascular, al actuar sobre la pared de los vasos ciertas sustancias que la alteran, como es el caso de la calicreína. A partir de ello, se puede observar vasodilatación, hipotensión y estasis sanguínea, lo que conduce a una acidosis metabólica (formación de ácido láctico), que complica el proceso, al descender el ritmo cardíaco. Todo ello da lugar a una hipoxia importante, que si no está compensada con una hiperventilación pulmonar, desemboca en la aparición de muerte celular en los tejidos, o de fenómenos de choque (Quiroz 1988, Cordero *et al.* 1999).

Por último, los eritrocitos se adhieren al endotelio de los vasos sanguíneos, con lo que puede iniciarse un proceso de formación de trombos, que se agrava por la formación de complejos inmunitarios antígeno-anticuerpo (Ag-Ac) que depositados en la pared de los eritrocitos parasitados (GR+P) o no (GR), unidos al complemento activado (Compl.) y a restos celulares (Rest. cel.) y favorecido a su vez por la disminución o desaparición de productos de degradación del fibrinógeno (No P.D.F.), hace que se formen trombos, apareciendo, como consecuencia de ello, una coagulación intravascular diseminada (CID):



Depósitos de complemento, antígenos y anticuerpos en los tejidos, provocan un cuadro de inmunopatología típico de las babesiosis, con síntomas diferentes según se depositen en el hígado, riñones, pulmones, musculatura esquelética o cardíaca, o SNC (Quiroz 1988, Cordero *et al.* 1999).

4.7 Inmunidad

Los perros que se recuperan permanecen en estado de premunición, persistiendo de por vida en las regiones enzoóticas; cuando no hay reinfección el estado de premunición dura más o menos un año. No hay inmunidad cruzada con otras especies de babesia (Quiroz 1988).

La inmunidad en las babesiosis de los carnívoros ha sido realmente poco estudiada, sin embargo, se sabe que existe una buena respuesta inmunitaria a estos parásitos, siendo frecuente que animales que habitan zonas endémicas y que toman contacto con estas enfermedades a temprana edad (hacia los 2 meses de vida), o no enferman o lo hacen muy levemente, con escasa sintomatología,

quedando como portadores sanos o inaparentes del parásito, lo que les confiere un estado inmunitario de premunidad. Sólo una pérdida del equilibrio establecido entre el parásito y el hospedador, consecuencia de una situación sanitaria orgánica inadecuada, puede hacer que de nuevo brote el proceso (Cordero *et al.* 1999).

Este estado de coinfección (presencia del parásito en el organismo) da lugar al desarrollo de una inmunidad no estéril que permanece durante algunos meses en el carnívoro, desapareciendo si desaparece el parásito y el hospedador no vuelve a tomar contacto con él, lo que es aprovechado para la realización de diagnóstico, mediante la aplicación de técnicas serológicas (Cordero *et al.* 1999).

En la inmunidad de tipo celular, los macrófagos se activan fácilmente, fagocitando eritrocitos que en su membrana le ofrecen la posibilidad de reconocimiento. Intervienen en general todas las células capaces de manifestar mecanismos de defensa en el organismo, presentándose una linfocitosis importante inmediata a la infección, con células que tienen reactividad disminuida por la acción de sustancias mitógenas (Cordero *et al.* 1999).

4.8 Sintomatología

La gravedad de la enfermedad varía considerablemente según diversos factores, como cepa y especie del parásito, edad y condiciones nutricionales, higiénicas y sanitarias del hospedador. Hay varios tipos de infección, por lo que la enfermedad puede ser: Subclínica, Hiperaguda, Aguda, Crónica o Atípica (Quiroz 1988, Cordero *et al.* 1999, Morgan 1999, Kujman *et al.* 2005, Roura 2006, Fisher *et al.* 2007).

La presentación aguda es la más común y generalmente se recuperan frente a una terapéutica adecuada, clínicamente aparecen signos tanto en perros jóvenes como en adultos, la enfermedad se caracteriza por fiebre de 38.9 a 40.6°C, anemia aguda, con palidez de mucosas, disnea, taquipnea y signos de insuficiencia respiratoria, también suelen observarse vómitos; En casos avanzados

o descuidados trombocitopenia, linfadenomegalia y esplenomegalia, ictericia infecciosa, hematuria, hemoglobinuria, petequias, y accesos febriles (Fiebiger 1941, Soulsby 1987, Quiroz 1988, Morgan 1999, Kujman *et al.* 2005, Fisher *et al.* 2007, Mas 2010).

La historia puede reflejar depresión, malestar e inquietud, pereza, anorexia y debilidad progresiva llegando a una emaciación muy acusada, presentándose muerte antes de llegar a este estado; así como muerte súbita en cachorritos con infección hiperaguda. Puede haber una historia variable de estrés, administración de fármacos inmunosupresores o esplenectomía. Con frecuencia no se conoce si ha habido exposición a garrapatas (Soulsby 1987, Quiroz 1988, Morgan 1999, Fisher *et al.* 2007, Mas 2010).

La hemoglobinuria suele estar asociada con los casos sobreagudos, en los que se pierden una gran cantidad de hematíes. Algunas veces puede presentarse diarrea hemorrágica y otras veces heces amarillentas (excepto al comienzo de la enfermedad o en casos sobreagudos) (Soulsby 1987, Quiroz 1988, Morgan 1999, Kujman *et al.* 2005).

Suele haber bilirrubinemia y el examen hematológico revela anemia hipocrómica, la sedimentación es difásica (Soulsby 1987 Quiroz 1988 Morgan 1999).

En animales jóvenes, la babesiosis suele presentarse de forma aguda, con un período prepatente de 4 a 6 días, y un período de patencia que oscila entre 7 a 10 días, tras lo que puede sobrevenir la muerte. Comienzan con un síndrome general, con aumento de la temperatura corporal hasta 41°C, como primer síntoma, decaimiento, pérdida de peso, y mal estado general, a lo que sigue la presentación de anemia macrocítica, apareciendo para contrarrestarla fenómenos de anisocitosis, poiquilocitosis, reticulocitosis, leucopenia, trombocitopenia, ictericia, edema, hemoglobinuria, hepatomegalia, esplenomegalia, vómitos,

diarreas, síntomas respiratorios, dificultades locomotoras, mialgias, parálisis, paresias e incoordinación (Quiroz 1988, Cordero *et al.* 1999).

En los adultos, en caso de que presenten la enfermedad, se da como una infección crónica, empeorándose cuando disminuye la resistencia del hospedador, como consecuencia del estrés, intervenciones quirúrgicas, embarazos, enfermedades concomitantes, etc. Suelen presentar fiebre intermitente que no es muy marcada y dura pocos días; leve ictericia, anemia severa, y los animales están decaídos, presentan pérdida de peso y anorexia, con estado general malo. La forma crónica se caracteriza por una anemia progresiva con sus consecuencias (Quiroz 1988, Cordero *et al.* 1999, Morgan 1999).

La infección subclínica es común en ciertas poblaciones caninas. Es una potencial fuente de infección para cachorros susceptibles en centros de crianza. La mayoría de estos perros nunca presenta signos, y rara vez los presenta ante un episodio de estrés o luego de un tratamiento con glucocorticoides. (Kujman *et al.* 2005)

Además, hay gran variedad de signos atípicos, que resulta difícil demostrar si se deben a babesiosis o son causa de otra enfermedad concurrente. Los signos incluyen alteraciones digestivas, respiratorias, renales, musculoesqueléticas, y neurológicas, entre otras. (Kujman *et al.* 2005)

Según la localización preferente del parásito, aparece distinto cuadro, en el que se refleja el tropismo del mismo. Así, cuando se localiza especialmente en el aparato circulatorio, aparecen principalmente edema, púrpura, ascitis y hemorragias en la piel y mucosas; si lo hace en el aparato respiratorio, aparece sobre todo catarro, dificultad respiratoria y también, como consecuencia de la hipoxia, miositis y trastornos reumatoides. Se ha descrito una babesiosis cerebral con gran cantidad de parásitos y trombos en los capilares de la zona, puede haber estomatitis y gastritis; a nivel ocular hay queratitis e iritis, problemas de dolor muscular y reumatoide. Algunas veces el sistema nervioso es afectado y aparecen

problemas en la locomoción con paresia o contracciones epileptiformes; otras veces con problemas cerebrales semejantes a la rabia debidos a las aglomeraciones de trofozoitos a nivel de capilares cerebrales. En los cachorros se observa un estado hemorrágico a nivel del borde de las orejas, también con hemorragias internas (Soulsby 1987, Quiroz 1988, Cordero *et al.* 1999, Morgan 1999).

En estudios de infecciones severas o fatales, no se encuentra ninguna relación directa entre el estado clínico y el grado de parasitemia. Por tanto, no se puede correlacionar el grado de anemia con un número elevado de parásitos, y en las infecciones mortales (Soulsby 1987).

La eritropoyesis es activa hasta en los casos de anemia profunda. Los reticulocitos aparecen al comienzo de la infección, y están presentes durante todo el proceso (Soulsby 1987).

La muerte en las infecciones por *B. canis* depende de la duración de la enfermedad. En las infecciones rápidas, fulminantes, que causan la muerte entre los cuatro y los cinco días, el animal no pierde la conciencia, manteniendo el ritmo cardíaco normal; la muerte se asocia con un fallo respiratorio agudo, a menudo con espasmos. En las infecciones menos graves, hay debilidad del animal, que, finalmente, pierde la conciencia, aparece completamente relajado y presenta anemia profunda. Las extremidades están frías, la respiración está acelerada y es poco profunda; los latidos cardíacos son rápidos y débiles. La muerte se produce como consecuencia de un fallo circulatorio asociado a un edema pulmonar (Maegraith y cols., 1957, Soulsby 1987).

Los casos atípicos varían desde un simple catarro bronquial a una neumonía, y ambas muestran una respuesta notable a la terapéutica específica, y pueden presentar ascitis, signos digestivos o neurológicos, edemas periféricos y datos clínicos de enfermedad cardiopulmonar (Soulsby 1987, Morgan 1999).

En los casos de ascitis, hay una marcada distensión abdominal, asociada normalmente, pero no siempre, a emaciación. Esto se suele observar en perros jóvenes, de menos de un año; los animales presentan palidez de las mucosas, la temperatura suele ser normal, o hay una ligera hipotermia y las extensiones de sangre pueden mostrar babesias o no. En algunos casos, no se pueden detectar babesias, incluso examinando exhaustivamente la preparación. Tales casos responden muy bien al tratamiento específico siendo reabsorbido rápidamente el trasudado peritoneal, y de los siete a los 12 días han desaparecido los edemas. En algunos casos, puede producirse púrpura hemorrágica (Soulsby 1987).

Las petequias o equimosis se producen en el iris, mucosas de la boca y labios, en la piel del abdomen y en la ingle. Algunos animales eliminan orina sanguinolenta o, a veces, coágulos de sangre, observándose también sangre en las heces, lo que denota la existencia de hemorragias en los tramos finales del intestino (Soulsby 1987).

El pronóstico depende de los muchos factores ya mencionados, siendo más sombrío, cuanto peores sean las condiciones del hospedador, tales como edad joven, mal estado sanitario o concomitancia con otros procesos. En muchos casos, en individuos inmunocompetentes, es frecuente la autocuración (Cordero *et al.* 1999).

4.9 Hallazgos patológicos

Respecto a las lesiones, afectan a todos los órganos y sistemas de los hospedadores parasitados. El bazo se encuentra aumentado de tamaño, con la pulpa color rojo oscuro y de aspecto ligero con corpúsculos prominentes. El hígado está aumentado de tamaño, congestionado con focos de necrosis centrolobular, y en algunos casos, esto puede extenderse hasta la periferia del lóbulo hepático. El riñón aparece icterico con nefrosis o nefritis, congestión medular, en los casos mortales, y hay cambios degenerativos del epitelio de los túbulos en la zona cortical. El corazón, se observa pálido o icterico. Los músculos

están pálidos o ictericos; lo mismo ocurre con las diferentes membranas. En el SNC, nódulos linfáticos, pulmones y aparato digestivo, se puede observar edema (hay líquido en las cavidades abdominal, pleural y pericárdica), congestión, hemorragias (petequias en corazón, pleura, pulmón e intestino) y a veces necrosis (Soulsby 1987, Quiroz 1988, Cordero *et al.* 1999)

4.10 Diagnóstico

Se pueden tomar como base para el diagnóstico los antecedentes, el origen geográfico del perro, o su estancia en zonas enzoóticas, ya que en las zonas donde la infección es endémica, cualquier perro que padece fiebre alta y signos clínicos de anemia e ictericia es sospechoso de babesiosis, y se debe recordar que los síntomas y las lesiones varían según se trate de una infección aguda, subaguda o crónica (Soulsby 1987, Quiroz 1988).

En la mayoría de los casos, la presencia del parásito puede advertirse fácilmente por la observación de frotos sanguíneos, de preferencia de muestra periférica, teñido con Giemsa. El frote debe ser lo más fino posible y filtrar los colorantes para que los depósitos que se dejen sobre la preparación sean escasos, y no se dificulte la visión y conducir a error. Se debe observar con el objetivo de 100 x de inmersión. En caso de escasa parasitación; se debe permanecer en observación del frote, al menos, durante 15 a 20 minutos. Si se quiere enriquecer el porcentaje de parasitación, se puede centrifugar la sangre con anticoagulante a 2500 rpm, durante 4 a 5 minutos y tomar la muestra de la parte más baja del tubo, donde se depositarán las plaquetas, linfocitos, macrófagos y eritrocitos parasitados (Soulsby 1987, Quiroz 1988, Cordero *et al.* 1999, Kujman *et al.* 2005, Roura 2006).

El resultado negativo de un frote no necesariamente elimina la posibilidad de infección, ya que para la búsqueda de parásitos en sangre hay que tener en cuenta el escaso período de parasitemia que normalmente acompaña a estas enfermedades. Por lo que normalmente, se trata a los animales sin realizar

extensiones hemáticas o incluso cuando no hay parásitos en sangre periférica, puede haber justificación suficiente para el tratamiento, ya que no siempre es fácil la demostración de estos parásitos en la sangre mediante el examen de frotos hemáticos. Los parásitos aparecen más fácilmente en la primera gota de sangre capilar, tras la punción en la oreja (Soulsby 1987, Quiroz 1988, Cordero *et al.* 1999).

El diagnóstico clínico no resulta absolutamente fiable, pues ninguno de los síntomas son patognomónicos, al contrario, son síntomas generales, compatibles con una gran cantidad de procesos de diferente etiología y localización. Sin embargo, junto al diagnóstico epidemiológico, puede ser de gran utilidad al veterinario, orientándolo hacia esta etiología y dando paso al diagnóstico definitivo (Cordero *et al.* 1999).

Cuando se presentan formas atípicas de la enfermedad, el diagnóstico puede basarse en la respuesta a la terapia específica y este procedimiento suele ser rápido y más o menos completo. Como alternativa, pueden ser útiles las pruebas inmunodiagnósticas, como la fijación del complemento, IFA e IHA (Soulsby 1987).

Entre las pruebas de apoyo para el diagnóstico se encuentran: esplenomegalia, aumento del tiempo de sangría, anemia, aumento de la sedimentación de los eritrocitos y presencia de una mayor cantidad de bilirrubina en el suero (Soulsby 1987).

- **Hallazgos hematológicos:**

Anemia hemolítica regenerativa en perros, anemia hipocrómica macrocítica en gatos. A veces trombocitopenia, especialmente en el caso de *B. gibsoni*. En algunos casos se observa el microorganismo con las tinciones de Wright o Giemsa; si se toma la muestra de sangre de la vena de la oreja o de la uña aumentan las posibilidades de identificación (Morgan 1999).

- **Alteraciones bioquímicas**

Acidosis metabólica y azoemia, gammapatía policlonal y cilindros renales, bilirrubinemia, bilirrubinuria, hemoglobinuria, aumento de actividad de alanina transaminasa (ALT), aspartato transaminasa (AST) y creatinincinasa (CK) (Morgan 1999).

- **Serología con inmunofluorescencia (IFI)**

Existe reactividad cruzada entre *B. canis* y *B. gibsoni*, aunque algunas pruebas de IFI pueden distinguirlos. Por lo general, suelen considerarse positivos los títulos $\geq 1:80$. Pueden aparecer falsos negativos en casos hiperagudos, perros inmaduros y perros inmunosuprimidos (Morgan 1999).

- **Inoculación de sangre sospechosa en un perro esplenectomizado**

El diagnóstico suele basarse en la combinación de hallazgos clínicos, historia, resultados de laboratorio y serología positiva (Morgan 1999).

De todos los métodos, los más fiables y específicos son los que detectan en muestras de sangre o suero, antígenos del parásito, o anticuerpos frente a él, pudiendo utilizar para ello técnicas de FC, IFI, ELISA, PCR y otras (Cordero *et al.* 1999).

4.11 Diagnóstico diferencial

Se debe diferenciar de otras causas de anemia aguda o crónica, enfermedades protozoarias del perro, como leishmaniosis y hepatozoonosis; enfermedades infecciosas como leptospirosis, ehrlichiosis y hemobartonelosis; enfermedades de origen inmunitario o cancerígeno, sobre todo anemia hemolítica autoinmune, trombocitopenia y coagulopatía intravascular diseminada, leucemia o tumores de bazo. Es frecuente que esta enfermedad se presente concomitante con hepatozoonosis, filariosis, ehrliquiosis, leishmaniosis, etc. (Fisher *et al.* 2007, Cordero *et al.* 1999, Morgan 1999, Mas 2010)

4.12 Tratamiento

Se basa en la terapia de sostén y en la medicación babesiacida, indicados para disminuir o limitar la mortalidad y severidad de los síntomas clínicos, ya que con los quimioterapéuticos actuales puede resultar imposible eliminar completamente al parásito. El tratamiento de sostén posee importancia en cuadros graves, agudos y peragudos, teniendo como objetivos revertir el shock y corregir la anemia y acidosis metabólicas severas. (Wyatt Cleveland, C. 2002, Kujman *et al.* 2005)

Una vez estabilizado el paciente, se debe proseguir con la quimioterapia antiprotozoaria. Los carnívoros responden bien al tratamiento etiológico con babesicidas, siendo el Imidocarb el más frecuentemente utilizado. También se emplean otros fármacos, como la fenamidina, pentamidinas o diminaceno; pero pueden tener graves efectos secundarios, ser más tóxicos o menos eficaces en su acción terapéutica. Pudiendo producir vómitos, diarreas, ataxia e incluso la muerte, aunque muy raramente. Como antídoto se utiliza el sulfato de atropina (Mehlhorn *et al.* 1994, Cordero *et al.* 1999, Kujman *et al.* 2005).

La mejoría clínica de los pacientes suele evidenciarse transcurridas las 24 horas postratamiento. (Kujman *et al.* 2005)

4.12.1 Aceturato de diminazene

Es eficaz frente a *B. canis* y *B. gibsoni*. Dosis: Solución al 10%: 3,5 mg/kg I.M. en dosis única.

Puede existir dolor en el punto de inyección, debilidad, temblores, polineuritis y parálisis; encefalopatía y hemorragia del SNC en caso de que se produzca una sobredosis, y también posibles recaídas.

La respuesta clínica suele producirse en 2-3 días y la anemia se resuelve en 2-3 semanas. No está disponible en Estados Unidos (Morgan 1999, Wyatt Cleveland, C. 2002, Kujman *et al.* 2005)

4.12.2 Isetionato de fenamidina (4,4'-diamino difeniléter)

Eficaz frente a *B. canis* y *B. gibsoni*. Dosis: Solución al 5%: 10 - 15 mg/kg, por vía S.C., Una sola dosis suele ser eficaz, pero puede repetirse a las 24 horas.

Puede ocasionar náuseas, vómitos, formación de abscesos en el punto de inyección, hemorragias del SNC y posibles recaídas. Disponible en Estados Unidos.

La fenamidina ha dado excelentes resultados en dosis de 10 ml de una solución al 5% /kg, por vía S.C. (Soulsby 1987, Morgan 1999, Kujman *et al.* 2005).

4.12.3 Dipropionato de imidocarb

Eficaz frente a *B. canis*. Dosis: 2-6 mg/kg en inyección I.M. profunda o S.C., aunque se debe conocer que esta última puede resultar muy dolorosa, una sola dosis.

Se puede administrar doble dosis separadas 2-14 días, si fuera necesario, pero valorando la necesidad de este segundo tratamiento frente al riesgo de intoxicación, sobre todo renal.

Puede haber salivación transitoria, diarrea, disnea, lagrimeo y depresión (generalmente responden a atropina como antídoto). Respuestas variables (0-90%).

No disponible en Estados Unidos (Mehlhorn *et al.* 1994, Cordero *et al.* 1999, Morgan 1999, Wyatt Cleveland, C. 2002, Kujman *et al.* 2005, Roura 2006, Mas 2010).

4.12.4 Clindamicina

Posiblemente eficaz. Se emplea si no se dispone de otros fármacos. Dosis: 25 mg/kg P.O. divididos cada 12 horas durante 2-3 semanas (Morgan 1999).

4.12.5 Sulfato de Quinuronio, (Pireván, Acapron, Babesán, Piroparv)

Dosis: Solución al 0.5 %, 0.024 - 0.05 mg/5kg. Se administra por vía subcutánea, en caso de recaída la dosis puede repetirse a los 10-20 días.

El fármaco se tolera bien, aunque puede producir leves convulsiones pasajeras en algunos perros (Soulsby 1987, Mehlhorn *et al.* 1994, Kujman *et al.* 2005).

4.12.6 Tripán azul

Eficaz frente a *B. canis*. Dosis: la Tripaflavina por vía I.V. de 1 a 3 mg/kg. Una sola inyección de 4 a 5 ml, por vía intravenosa, en solución al 1%, suele ser eficaz para un perro de tamaño medio, de unos 16 kg.

Debe tenerse cuidado de administrar el fármaco por vía I.V. y no S.C. (Soulsby 1987, Quiroz 1988)

Los fármacos potencialmente eficaces son las tetraciclinas y el metronidazol a dosis de 25-65 mg/kg P.O. diariamente durante 2-3 semanas, frente a *B. gibsoni* (Morgan 1999).

4.13 Tratamiento de mantenimiento

Tan importante como un buen tratamiento etiológico, resulta un buen tratamiento sintomático, que alivie el desarrollo de estas enfermedades. Cuando el hematocrito disminuye a 15%, está indicada la transfusión sanguínea (número de glóbulos rojos $< 2.5 \times 10^6$), a razón de 20 mL/kg pv de sangre citratada al 4 %. En caso de requerir hidratación, se prefieren las soluciones de cristaloides, por otra parte, la hemoconcentración puede tratarse con cristaloides (120 ml/kg/24 horas) o con coloides (hetalmidón, 10-20 ml/kg), Bicarbonato sódico en caso de acidosis y uso de hierro; empleo de heparina y corticoterapia, diuréticos, glucosa y vitaminas del complejo B. (Cordero *et al.* 1999, Morgan 1999, Roura 2006, Mas 2010)

El uso de fármacos inmunosupresores es controvertido. Si el animal está estable sólo se recomienda tratar con fármacos antiprotozoarios. Si la evolución no es favorable se debe administrar prednisona a 2 mg/kg/día. (Roura 2006)

4.14 Prevención y control

El control de la enfermedad depende del control que se tenga de las garrapatas, ya que la mejor profilaxis es la lucha contra los vectores, química, física o biológicamente (Quiroz 1988, Cordero *et al.* 1999).

En vista de que *R. sanguineus* puede existir en las perreras, y hasta en las casas, debe hacerse un control regular de garrapatas, incluyendo la limpieza periódica y la fumigación de las perreras (Soulsby 1987).

Los animales recuperados son inmunes a *B. canis*. Se ha demostrado que la sangre de estos perros puede ser infestante al cabo de 16 meses; no obstante, después de un año y medio o dos, la sangre no es infestante para los animales libres de babesias, sin que se estableciera inmunidad en ellos (Soulsby 1987).

4.15 Seguimiento

Dada la variabilidad del efecto de los fármacos, algunos animales requieren tratamientos repetidos. La falta de respuesta al tratamiento farmacológico puede indicar que exista otra enfermedad subyacente, sobre todo infección por *B. canis* (Morgan 1999).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Recursos Humanos

5.1.1 Tesista

Edilzarth Hernández Samayoa

5.1.2 Asesores

M.A. Manuel Rodríguez Zea

M.V. Grizelda Arizandieta

PhD. Dennis Guerra Centeno

5.2 Área de Estudio

- Clínicas privadas de Médicos Veterinarios que desarrollan junto a Proyecto Mckee jornadas de esterilización masivas de perros callejeros en las ciudades de Guatemala y Panajachel.
- Laboratorio de Parasitología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Laboratorio Clínico, Hospital Veterinario de Especies Menores, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- El Departamento de Guatemala se encuentra situado en la región I o región Metropolitana, su cabecera departamental es Guatemala, está limitado al Norte con el departamento de Baja Verapaz; al Sur con los departamentos de Escuintla y Santa Rosa; al Este con los departamentos de El Progreso, Jalapa y Santa Rosa; al Oeste con los departamentos de Sacatepéquez y Chimaltenango. Se ubica en la latitud 14° 38' 29" y longitud 90° 30' 47", y cuenta con una extensión territorial de 2,253 kilómetros cuadrados.

- El Departamento de Sololá se encuentra situado en la región VI o región Sur Occidental, su cabecera departamental es Sololá, está a 2,113.50 metros sobre el nivel del mar y a una distancia de 140 kilómetros de la Ciudad Capital de Guatemala. Cuenta con una extensión territorial de 1,061 kilómetros cuadrados, con los siguientes límites departamentales: al Norte con Totonicapán y Quiché, al Sur con Suchitepéquez, al Este con Chimaltenango; al Oeste Suchitepéquez y Quetzaltenango. Se ubica en la latitud 14°46'26" y longitud 91°11'15". Su precipitación pluvial es de 2895.9 mm., con un clima generalmente frío, aunque el departamento posee una variedad de climas debido a su topografía, por lo que su suelo es naturalmente fértil, inmejorable para toda clase de cultivos.

5.3 Recursos biológicos

Cien muestras sanguíneas de perros de diferente sexo y edad.

5.4 Materiales

5.4.1 Materiales

- Alcohol Etílico
- Algodón
- Jeringas de 3 c.c. con aguja #21
- Tubos vacutainer de 5 ml con anticoagulante EDTA
- Láminas portaobjetos
- Láminas cubreobjetos
- Metanol
- Colorante Wright
- Aceite mineral

5.4.2 Equipo

- Microscopio

- Refrigeradora
- Hielera
- Refrigerantes
- Equipo de sujeción (Bozales y correas)
- Vehículo y gasolina

5.5 Metodología

5.5.1 Diseño del estudio

Estudio analítico observacional de corte transversal.

5.5.2 Selección de grupo de estudio

Los perros muestreados eran sin raza definida, de cualquier sexo y edad, que estaban o hayan estado parasitados por garrapatas.

5.5.3 Selección de la muestra

Se realizó un muestreo por conveniencia, debido a que se pretendía demostrar la presencia de la babesiosis en las ciudades de Guatemala y Panajachel. Se muestrearon 100 perros en total.

5.5.4 Obtención de la muestra sanguínea

Se obtuvo la muestra de sangre de la vena radial del perro. Se sujetó y realizó la hemostasis en extremidad torácica. Los datos del animal fueron recolectados en la ficha de datos (anexo I). Se utilizaron jeringas desechables, colectando de 1 a 2 c.c. de sangre por perro y se depositó en tubos al vacío con anticoagulante EDTA; las muestras fueron refrigeradas y transportadas en hielera hasta el Laboratorio de Parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, USAC.

5.5.5 Procesamiento de la muestra sanguínea

Las muestras sanguíneas fueron procesadas en el Laboratorio de Parasitología, de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, USAC. Se procedió a la elaboración de frotis sanguíneos en las láminas portaobjetos; se dejaron secar al medio ambiente, luego se fijaron con metanol durante 15 minutos, y se sumergieron en un recipiente conteniendo el colorante de Wright (previamente filtrado) por un período de 30 - 45 minutos; posteriormente se lavó cada lámina con agua destilada; y se escurrieron hasta que quedaron completamente secas.

5.5.6 Observación de frotis sanguíneos

Se colocó una gota de aceite mineral sobre el frotis teñido y se observó al microscopio con el objetivo 100 x 10 (lente de inmersión) durante el tiempo necesario para examinar los eritrocitos y determinar si estaban parasitados.

Los resultados fueron anotados en la ficha de resultados, siendo positivos o negativos a la enfermedad, dando así los resultados del estudio.

5.6 Análisis Estadístico

Para describir estadísticamente el comportamiento de la presencia de babesiosis, carga parasitaria y efectos del sexo, procedencia y presencia de garrapatas, se utilizó estadística descriptiva (Sokal y Rohlf 1995).

Para determinar si la presencia de babesiosis depende del sexo, procedencia del perro y de la presencia de garrapatas en el hospedador al momento de tomar las muestras de sangre se utilizó una prueba de independencia de G (Sokal y Rohlf 1995).

Para determinar si hay efecto del sexo, procedencia del perro y de la presencia de garrapatas sobre la carga parasitaria de Babesia se utilizó una prueba de independencia de G (Sokal y Rohlf 1995)

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En base a los resultados obtenidos se logró determinar la presencia de *Babesia spp.* en perros callejeros de la ciudad de Guatemala y Panajachel, de los cuales, del 100% de casos positivos el 95.5% pertenece a la ciudad de Guatemala y el 4.5% restante a Panajachel.

De las muestras positivas de acuerdo al sexo, las hembras representaron un 90.9% y los machos un 9.1 %. El análisis estadístico demostró que no existe relación entre el sexo del hospedero y la presencia de babesia ($p > 0.05$). Cordero del campillo et al. (1999) mencionan que factores como el sexo, la raza y la edad del hospedero no influyen sobre el padecimiento de esta enfermedad.

Estos resultados concuerdan con el estudio realizado en el año 2009 en la ciudad Provincia de los Ríos, Ecuador, en el cual los autores también determinaron que no existe relación entre la presencia de *Babesia canis* y el sexo del hospedero. (Aragundi & Andrade, 2009).

Asimismo, en el año 2011 se realizó otro estudio en varias parroquias del municipio Iribarren, estado de Lara, Venezuela, en donde se muestrearon 300 perros de los cuales el análisis estadístico también demostró que no existe relación entre estas dos variables (Mujica et al., 2011).

Por lo tanto, podemos decir que tanto hembras como machos tienen la misma probabilidad de contagiarse con *Babesia spp.*

En cuanto a la procedencia, la ciudad de Guatemala presentó el mayor número de casos positivos con un 95.5 %, y la ciudad de Panajachel el menor número con un 4.5%. El análisis estadístico demostró que sí existe relación entre la presencia de Babesia y la procedencia del hospedero ($p < 0.05$).

La presencia del protozoo se encuentra íntimamente relacionada a la presencia del transmisor en el hábitat del hospedero. Las garrapatas que transmiten *Babesia spp.* a los perros, son consideradas cosmopolitas, pero su tasa de desarrollo se ve

favorecida en una temperatura ambiental de 28°C o temperaturas cercanas a ésta. Otros factores, tales como la temperatura del suelo, la humedad, vegetación y topografía también influyen en el desarrollo de las formas no parasíticas de la garrapata. Las temperaturas bajas retardan la ovoposición, eclosión de los huevos y la duración del periodo adulto-larva también se ve afectado. (Soulsby, 1987).

Las ciudades de donde provienen los perros de este estudio poseen temperaturas ambientales distintas. Si bien las temperaturas máximas promedio anuales son similares, Guatemala con 25.9°C y Panajachel con 25.22°C, las temperaturas mínimas promedio anual presentan una diferencia de 2°C, siendo menor la de Panajachel con 13.4°C y mayor la de la ciudad de Guatemala con 15.4 °C. La diferencia no es grande, pero es suficiente para alterar el desarrollo de las garrapatas, principalmente en la eclosión de los huevos. (ClimateData.org, 2014; INSIVUMEH, 2014).

La humedad relativa también es un factor determinante en el desarrollo del transmisor, la ciudad de Guatemala presenta una humedad promedio del 76% mientras que Panajachel un 73%. A menor humedad y menor temperatura, los huevos tardan más en eclosionar y el desarrollo de las garrapatas se ve disminuido. (INSIVUMEH, 2014; Zoover, 2014).

Solamente un perro de los muestreados en Panajachel presentó Babesiosis. No es posible determinar si este se infectó en esta localidad, ya que son perros callejeros que están constantemente viajando de una localidad a otra. De los perros muestreados solamente dos presentaban garrapatas, lo que confirma que éstas no se reproducen al mismo nivel del que lo hacen en la ciudad de Guatemala, donde 20 de los 50 perros muestreados si las presentaban.

De acuerdo a la asociación entre presencia de garrapatas en el hospedero y presencia de Babesia, un 36.36 % de casos positivos presentaron garrapatas y un 63.63 % de casos positivos no las presentaron. El análisis estadístico demostró que sí existe relación entre la presencia de *Babesia spp.* y la presencia de garrapatas en el hospedero ($p < 0.05$).

Existen varios tipos de transmisión de *Babesia spp.*, como lo son las transfusiones sanguíneas, el material quirúrgico y la vía transplacentaria. La presencia de *Babesia spp.* es mayor en aquellos lugares en donde el transmisor este en las condiciones ideales para su desarrollo. En la ciudad de Guatemala la temperatura y la humedad son mayores, haciendo que el ciclo biológico de las garrapatas se complete más rápidamente. Por lo que aquellos perros que presentan garrapatas tienen mayor probabilidad de infectarse con *Babesia spp.*; sin embargo, no es un factor determinante al momento de tomar la muestra sanguínea, ya que no podemos asegurar que únicamente los canidos que presentan el transmisor serán positivos a *Babesia spp.* (Cordero del campillo et al., 1999)

En cuanto a la asociación entre la carga parasitaria de *Babesia spp.* y el sexo del hospedero, el análisis estadístico demostró que si existe relación entre ambas variables, siendo las hembras más propensas a presentar mayor carga parasitaria que los machos, ($p < 0.05$). No se han realizado estudios acerca de la relación entre estas dos variables, por lo que no existen datos con los cuales comparar los datos obtenidos en esta investigación.

No se pudo realizar ningún análisis estadístico para comprobar si existe relación entre la carga parasitaria de *Babesia spp.* y la procedencia del hospedero, ya que solamente un canido de los 50 muestreados en Panajachel fue positivo, mientras que 21 de los 50 muestreados en la ciudad de Guatemala fueron positivos. Debido que solo se contaba con un dato de parte de Panajachel, no se pudo realizar ningún análisis ya que no existiría varianza entre las dos variables.

Por último, en cuanto a la asociación de la carga parasitaria y la presencia de garrapatas, el análisis estadístico demostró que si existe relación entre ambas variables, ($p < 0.05$). Los perros con presencia de garrapatas presentan mayor carga parasitaria.

Al realizar el conteo de Babesias para determinar la carga parasitaria, pudimos determinar que todos los perros positivos presentaban un porcentaje de infestación entre 0.5 % y 2.5%, lo cual nos indica que todos padecían una enfermedad crónica asintomática.

El resultado se clasifica de la siguiente manera:

- 1-7% : Infestación leve, enfermedad crónica, sin síntomas clínicos
- 7-19% Enfermedad activa
- 20% en adelante: Caso clínico¹

Como un aporte de investigación podemos indicar que debido a que todos los perros positivos presentan una carga parasitaria menor al 7%, todos han tenido contacto con la enfermedad pero han desarrollado anticuerpos suficientes para superarla. Se considera que son portadores, sanos crónicos, de la enfermedad. (Cordero del campillo et al, 1999).

Animales que habitan zonas endémicas y que toman contacto con esta enfermedad a temprana edad, o no enferman, o lo hacen muy levemente, con escasa sintomatología, quedando como portadores sanos o inaparentes del parásito, lo cual les confiere un estado inmunitario de premunidad. Sólo una pérdida del equilibrio establecido entre parásito y el hospedador, consecuencia de un estado sanitario inadecuado, puede hacer que de nuevo se replique la enfermedad. Este estado de coinfección, da lugar al desarrollo de una inmunidad no estéril, que permanece durante algunos meses en el carnívoro, desapareciendo si hay ausencia del parásito transmisor y el hospedador no vuelve a tener contacto con él. (Cordero del Campillo et al., 1999)

¹ Rodríguez Zea, M. 2014. Carga Parasitaria *Babesia spp.* Guatemala, Escuela de Veterinaria, USAC.

VII. CONCLUSIONES

- Se determinó que tanto en la ciudad de Guatemala como en Panajachel, los perros callejeros están contagiados con *Babesia spp.*
- No existe relación entre la presencia de *Babesia spp.* y el sexo del hospedero.
- La procedencia del hospedero si tiene influencia sobre la presencia de *Babesia spp.*
- La presencia de garrapatas en el hospedero está ligada a la presencia de *Babesia spp.*
- La carga parasitaria de *Babesia spp.* se ve influenciada por el sexo del hospedero.
- No se logró determinar la relación entre carga parasitaria y procedencia del hospedero ya que solo hubo una muestra positiva en Panajachel, lo que no permite realizar ningún análisis estadístico entre estas dos variables.
- La carga parasitaria de *Babesia spp.* se ve influenciada por la presencia de garrapatas en el hospedero.

VIII. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios similares en donde se evalué la asociación entre la carga parasitaria de *Babesia spp.*, el sexo y la procedencia del hospedero.
- Realizar estudios en los que se tipifique las garrapatas que transmiten *Babesia spp.* a los perros en Guatemala.
- Tipificar que subespecie de *Babesia* afecta a los perros en Guatemala.

IX. RESUMEN

El propósito de este estudio fue determinar la presencia de Babesiosis en los perros callejeros de la ciudad de Guatemala y Panajachel. 50 perros de cada localidad fueron incluidos en el estudio dando un total de 100 muestras. Las muestras se obtuvieron de la vena radial de cada perro, para su posterior análisis se realizaron frotos sanguíneos sobre láminas portaobjetos las cuales fueron teñidas con el colorante de Wright y observadas al microscopio con el objetivo 100x10.

Se determinó que tanto en Guatemala como en Panajachel hay presencia de babesiosis en los perros callejeros, siendo mayor en la ciudad de Guatemala debido a que la temperatura y humedad son más adecuadas para el desarrollo del transmisor. Se comprobó lo siguiente: no existe relación entre la presencia de *Babesia spp.* y el sexo del hospedero, la procedencia y presencia de garrapatas del hospedero si influye sobre la presencia de *Babesia spp.* La carga parasitaria se ve influenciada por el sexo y presencia de garrapatas en el hospedero. No fue posible determinar si existe relación entre la carga parasitaria y la procedencia del hospedero ya que solo se contaba con una muestra positiva en la ciudad de Panajachel; lo que impide realizar un análisis estadístico ya que no hay varianza en las variables a medir.

Debido a que todos los perros positivos presentan una carga parasitaria menor al 7%, comprobamos que todos han tenido contacto con la enfermedad pero han desarrollado anticuerpos suficientes para superarla. Se considera que son portadores, sanos crónicos, de la enfermedad.

SUMMARY

The purpose of this study was to determine the presence of babesiosis in stray dogs in the city of Guatemala and Panajachel. 50 dogs of each locality were tested giving a total of 100 samples. The samples were taken from the radial vein of each dog and for their analysis a blood smear was made using wright's stain. The slides were then observed with a microscope using the 100X10 objective.

Babesiosis was present in both cities, being higher in the city of Guatemala because the temperature and humidity are more suitable for the development of the transmitter. The following was found: there is no relationship between the presence of *Babesia spp.* and sex of the host, provenance and presence of ticks on the host influences the presence of *Babesia spp.* The parasitic load is influenced by sex and presence of ticks on the host. It was not possible to determine whether there is a relationship between parasite load and host origin because only one sample was positive in the city of Panajachel; which prevents statistical analysis since there would be no variance in measured variables.

Because all positive dogs have a lower parasite load than 7%, we can confirm that all had contact with the disease but have developed enough antibodies to overcome it. They are considered healthy carriers of the disease.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aragundi Zamora M; Andrade Ortiz, A. 2009. Determinación de la incidencia de la babesiosis canina (*Babesia canis*) en perros de las parroquias urbanas del cantón ventanas provincia de los ríos. Tesis. Lic Med. Vet. Provincia de los Ríos, Ecuador. Universidad Técnica de Babahoyo.
2. Benbrook, EA; Sloss, MW. 1965. Parasitología clínica veterinaria. Trad. R. Macias. México, DF. Continental. p. 120-123.
3. Climate Data.org. 2014. Clima: Panajachel. (en línea). Consultado 12 oct. 2014. Disponible en: <http://es.climate-data.org/location/29016/>
4. Cordero del Campillo, M et al. 1999. Parasitología Veterinaria. Madrid, ES. McGraw-Hill-Interamericana. p. 718, 672-676.
5. Estévez Estrada, LE. 2000. Determinación de la presencia de *Babesia canis* al exámen hematológico de caninos en diferentes clínicas particulares de la ciudad de Guatemala. Tesis Lic. Med. Vet. Guatemala, USAC - FMVZ. 33 p.
6. Fiebiger, J. 1941. Los parásitos animales del hombre y de los animales domésticos. Madrid, ES, Imprenta Viuda de Juan Pueyo. p. 104-112.
7. Georgi, JR. 1972. Parasitología animal. México, DF, Interamericana. p. 199.
8. INSIVUMEH. 2014. Meteorología. Ciudad de Guatemala. (en línea). Consultado 18 oct. 2014. Disponible en: <http://www.insivumeh.gob.gt/estacionesmet.html>

9. Kujman, S, Sepiurka, L, Greco, S.A. 2005. Hemoparásitos transmitidos por garrapatas. 1º parte - Introducción Teórica (en línea). Buenos Aires (Tandil) AR. Consultado 26 mayo 2010. Disponible en <http://www.veterinariosenweb.com/revista/capitulo13/nota2.html>
10. Maggy Fisher; J M. 2007. Fundamentos de parasitología en animales de compañía. Trad. Juan Mangieri. Buenos Aires, Argentina. Inter Medica, S.A.
11. Mas, J, Perez, G, Sigal, G. 2010. La Babesiosis canina: ¡ya no es exótica! (en línea) Diagnostest. Consultado 26 mayo 2010. Disponible en <http://www.labdiagnostest.com/articulos.php?contenido=articulos-BabesiosisCanina>
12. Mehlhorn, H; Düwel, D; Raether, W. 1994. Manual de Parasitología veterinaria. Grass-Iatros. P.54-55. Bogotá, Colombia. 436 p.
13. Morgan, R. 1999. Clínica de Pequeños Animales. 3 ed. Madrid, ES, Harcourt Brace. 1436 p.
14. Mujica F, Orellana N, Forlano M, Barrios N, Puzzar S y Granda F. 2011. Seropositividad de Babeiosis canina en las Parroquias Catedral, Concepción, Juan de Villegas, Santa Rosa y Unión del Municipio Iribarren Estado Lara. Gaceta de Ciencias Veterinarias. 15. (2): 42-48.
15. Quiroz Romero, H. 1988. Parasitología y enfermedades parasitarias de animales domésticos. México, DF, Limusa. p. 187-208.
16. Roura, X. 2006. III Simposio Bayer sobre prevención y control 41 Congreso Nacional de Avepa, Babesiosis. ES, 2006 (en línea). Madrid, ES.

Consultado 26 mayo 2010. Disponible en http://www.bayervet.net/docs/avepa_2006_garrapatas.pdf

17. Sokal, R, Rohlf, J. 1995. Biometry. 3 ed. New York. U.S, Freeman and Company. 887 p.
18. Soulsby, EJ. 1987. Parasitología y enfermedades parasitarias en los animales domésticos. Trad. A. Martínez, F. Rojo. 7 ed. México, DF. Interamericana. p. 718-751.
19. Wyatt Cleveland, C. 2002. An Overview of Canine Babesiosis (en línea). Consultado 26 mayo 2010. Disponible en <http://www.vet.uga.edu/vpp/clerk/cleveland/>
20. Zoover.2014. Pronóstico del tiempo Panajachel (Lake Atitlan). (en línea). Consultado el 12 de oct. de 2014. Disponible en: <http://www.zoover.es/guatemala/guatemala/panajachel-lake-atitlan/tiempo>

XI. ANEXOS

ANEXO I.

BOLETA DE RECOLECCION DE DATOS

Fecha de recolección _____

Lugar de recolección _____

| Número de la Muestra | Sexo del perro | | Presencia de garrapatas | |
|-------------------------|----------------|--------|-------------------------|----|
| | Macho | Hembra | Si | No |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |