



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

SITUACIÓN SANITARIA DE LA BABESIOSIS EN BOVINOS BAJO UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN SUSTENTABLE

TESINA QUE PRESENTA:

LUIS MIGUEL MÉNDEZ PEÑATE

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MEDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

ASESOR:

DR. RODOLFO LUCIO DOMÍNGUEZ

MORELIA, MICHOACÁN; AGOSTO, 2016.



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

SITUACIÓN SANITARIA DE LA BABESIOSIS EN BOVINOS BAJO UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN SUSTENTABLE

TESINA QUE PRESENTA:

LUIS MIGUEL MÉNDEZ PEÑATE

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MEDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

ASESOR:

DR. RODOLFO LUCIO DOMÍNGUEZ

MORELIA, MICHOACÁN; AGOSTO, 2016.

INDICE

I.	INTRODUCCIÓN	9
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	11
2.1	Babesiosis.....	11
2.2	Definición	11
2.3	Sinonimia	12
2.4	Historia	12
2.5	Taxonomía	13
2.6	Distribución geográfica.....	13
2.6.1	Distribución geográfica de la babesiosis	14
2.6.2	Distribución geográfica de acuerdo al género de garrapata	14
2.7	Impacto económico	16
2.8	Transmisión.....	16
2.9	Ciclo de vida.....	18
2.10	Clasificación de las garrapatas	20
2.10.1	Suborden: <i>Ixodoidea</i> (<i>Ixodides</i>).....	21
2.10.2	Familia <i>argasidae</i>	21
2.10.3	Familia <i>ixodidae</i>	21
2.10.4	Ciclo biológico de la garrapata	22
2.10.5	Ciclo biológico y costumbres	27
2.10.6	<i>Otobius megnini</i>	27
2.10.7	<i>Boophilus annulatus</i>	28
2.10.8	<i>Boophilus decoloratus</i>	28
2.10.9	<i>Boophilus microplus</i>	28
2.10.10	<i>Rhipicephalus appendiculatus</i>	29
2.10.11	<i>Amblyomma cajennense</i>	29
2.11	Patogenia	29
2.12	Signos clínicos	32
2.13	Diagnóstico	34
2.13.1	Diagnóstico clínico	34
2.13.2	Diagnóstico a la necropsia	35
2.14	Prevención y control.....	36
2.14.1	Control biológico de la garrapata.....	40

2.14.2 Profilaxis	43
2.15 Salud pública.....	44
2.15.1 Riesgo zoonótico.....	44
2.16 Epidemiología.....	45
2.17 Producción bovina sustentable	45
2.17.1 Sistemas silvopastoriles	45
2.17.2 Cercas vivas.....	46
2.18 Sistemas de producción bovina	48
2.18.1 Sistemas intensivos.....	48
2.18.2 Sistemas extensivos.....	48
2.18.3 Sistemas semi-intensivos	49
III CONCLUSIÓN	50
IV. BIBLIOGRAFÍA	51

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Hemoglobinuria en ganado bovino.....	11
Figura 2. Distribución de las garrapatas en México.....	15
Figura 3. Ciclo evolutivo de la <i>Babesia</i>	18
Figura 4. Zonas tropicales y subtropicales	20
Figura 5. Ciclo de la garrapata <i>Boophilus microplus</i>	23
Figura 6. Huevecillos de <i>Boophilus microplus</i>	24
Figura 7. Larva de <i>Boophilus microplus</i>	24
Figura 8. Ninfa <i>Boophilus microplus</i>	25
Figura 9. Garrapata <i>Boophilus microplus</i> en etapa adulta	25
Figura 10. Fase parasítica y no parasítica de la garrapata	26
Figura 11. <i>Babesia</i> dentro de eritrocitos.....	30
Figura 12. Esplenomegalia.....	35
Figura 13. Hepatomegalia	35
Figura 14. Riñón rojo vinoso.....	36
Figura 15. Baño de inmersión	38
Figura 16. <i>Bos taurus</i>	39
Figura 17. <i>Bos indicus</i>	39
Figura 18. <i>Brachiaria brizantha</i>	41
Figura 19. Sistema de producción silvopastoril	45
Figura 20. Cercas vivas.....	46
Figura 21. Sistema de producción intensivo.....	48
Figura 22. Sistema de producción extensivo.....	49
Figura 23. Sistema de producción semi-intensivo	49

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Taxonomía de la <i>Babesia</i>	13
Cuadro 2. Taxonomía de las garrapatas	13
Cuadro 3. Garrapatas duras y blandas divididas en géneros.....	22
Cuadro 4. Especie de <i>Babesia</i> que afecta a los bovinos	30

RESUMEN

La babesiosis bovina es una enfermedad transmitida por uno de los artrópodos más importantes del mundo, la garrapata. Las especies prevalentes de *Babesia* son: *Babesia bovis* y *Babesia bigemina*, ambas se encuentran distribuidas en regiones tropicales y subtropicales. Estas enfermedades causan grandes pérdidas económicas, ya que provocan una disminución en la producción del ganado, pudiendo llegar a una mortalidad tanto en adultos como en terneros. Las pérdidas debidas a las hemoparasitosis son de diferentes órdenes; las pérdidas directas debidas a la muerte del animal enfermo y a una disminución de las producciones, o las pérdidas indirectas consecutivas a las medidas de cuarentena, a la lucha contra las garrapatas, a las vacunaciones y a las limitaciones de los desplazamientos de los rebaños. Durante los últimos años las garrapatas y las enfermedades transmitidas por ellas, son consideradas como uno de los mayores problemas sanitarios para el desarrollo de la producción ganadera en regiones tropicales y subtropicales en todo el mundo. Las garrapatas, como en el caso del *Boophilus microplus*, se constituyen en las principales transmisoras de agentes patógenos tales como la *Babesia* y el *Anaplasma*.

Palabras claves: Babesiosis, hematozoario, artrópodo, anemia, ictericia.

SUMMARY

Bovine babesiosis is a disease transmitted by one of the most important arthropod in the world tick. The prevalent *Babesia* species are: *Babesia bovis* and *Babesia bigemina*, both are distributed in tropical and subtropical regions. These diseases cause major economic losses, as they cause a decrease in the production of livestock mortality can reach both adults and calves. Losses due to hemoparasitosis are of different orders: due direct losses to the death of the sick animal and a decrease of production, or consecutive quarantine measures, the fight against ticks, to vaccinations indirect losses and limitations on the movement of flocks. In recent years, ticks and diseases transmitted by them are regarded as one of the biggest health problems for the development of livestock production in tropical and subtropical regions around the world. Ticks, as in the case of *Boophilus microplus*, constitute the main transmitters of pathogens such as *Babesia* and *Anaplasma*.

I. INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina constituye una fuente de alimentos básicos de importancia mundial. Se estima que los rumiantes aportan el 70% de la proteína consumida por el hombre y el 10% de la fibra natural. En el mundo se reporta una población de 1,288 millones de bovinos (Bazán, 2002). Enfermedades como la babesiosis tienen una distribución geográfica mundial, existen por lo menos seis especies de *Babesia* descritas, que son responsables de la Babesiosis bovina; todas pueden ser agrupadas por su tamaño, como grandes o pequeñas. Tanto la diferenciación morfológica como la serológica son las que determinan la identificación de varias babesias. Las más conocidas son: *Babesia bigemina* y *Babesia bovis*, transmitidas generalmente por las garrapatas del género *Boophilus*. Estas especies y sus garrapatas vectoras se encuentran presentes en la mayoría de las zonas tropicales y subtropicales del país (Bravo, 2012).

Las enfermedades transmitidas por la garrapata *R. microplus* es una importante causa que limita la productividad del ganado bovino. En general los estudios epidemiológicos han demostrado que estos patógenos frecuentemente ocurren en el ganado bovino y su vector la garrapata (García, 2010).

La garrapata del ganado bovino *Boophilus microplus* y las enfermedades que transmiten se encuentran distribuidas a nivel mundial, especialmente en regiones tropicales y subtropicales; estos parásitos son responsables de graves daños económicos causados por pérdida de sangre del bovino a través de las picaduras y alimentación de las garrapatas, lesiones a pieles y ubres, inyección de toxinas en la saliva de la garrapata, debilidad del ganado, mortalidad causada por las enfermedades que transmiten como la babesiosis y la anaplasmosis, pérdidas en ganancia de peso vivo, en la producción de leche y por el gasto de ixodicidas para su control (Alonso et al, 2006; Garza, 2007; León et al, 2010; Rosenberger, 1970; Bazan, 2002; García, 2010). Ya que provocan una disminución en la

producción del ganado pudiendo llegar a una variable mortalidad tanto en adultos como en terneros, dependiendo de la especie y cepa del parásito (Bravo, 2012).

La resistencia a ixodíidas es un problema creciente que necesita ser atendido, porque en este momento está afectando la competitividad de la ganadería y la economía de miles de productores en México (Domínguez et al, 2010).

El rubro ganadero ocupa un lugar importante en nuestro medio. Por lo tanto para poder obtener un incremento en la producción pecuaria, se debe tomar en cuenta varios aspectos que se encuentran relacionados, como es el nutricional, genético, manejo y salud animal (León et al, 2010).

El objetivo de este trabajo es ofrecer una visión general, de cómo afecta la babesiosis en los bovinos así como las garrapatas, principal vector de esta patología, el impacto económico y como interviene el cambio climático en la sobrepoblación de las garrapatas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Babesiosis

La Babesiosis está causada por protozoos parásitos intraeritrocitarios del género *Babesia*. Una amplia variedad de animales domésticos y salvajes, y ocasionalmente el hombre, está afectada por la enfermedad, que se transmite por garrapatas y tiene una distribución mundial. Aunque el principal impacto económico de la babesiosis se encuentra en las explotaciones del ganado vacuno, las infecciones en otros animales domésticos, como los caballos, las ovejas, las cabras, los cerdos y los perros, asumen grados variables de importancia en países concretos (Merck, 2000).

Dos especies importantes en el ganado *B. bigemina* y *B. bovis* están muy extendidas en las áreas tropicales y subtropicales y son el centro de esta argumentación (Merck, 2000; García 2010; Lozano 2014).

2.2 Definición

Esta enfermedad es una anemia hemolítica específica y febril, que generalmente cursan con hemoglobinuria (fig. 1). Los agentes unicelulares pertenecen al género *Babesia*, parasitan los glóbulos rojos y son transmitidos por garrapatas. Otra denominación del padecimiento es fiebre de Texas (Rosenberger, 1970).



Figura 1. Hemoglobinuria en ganado bovino

2.3 Sinonimia

La Babesiosis, también se conoce como: Piroplasmosis, Ranilla Roja, Tristeza, Fiebre de Texas, Red Water en EUA, Fiebre Bovina transmitida por garrapatas (Bravo, 2012).

2.4 Historia

Esta enfermedad fue descrita por primera vez por Babes en 1888, quien identificó a *Babesia bovis* y posteriormente en 1893 fue descrita *Babesia bigemina* por Smith y Kilbourne (Cruz, 2014). En Estados Unidos de América como la causante de la fiebre de Texas en el ganado vacuno. Estos parásitos son del tipo grande y tienen de cuatro a cinco por dos micras. Hay considerable variación en la forma, pero los pares unidos en ángulo agudo son típicos. Los hay redondos, ovales o de forma irregular. La enfermedad ocurre en muchos países tropicales y subtropicales (Medway, 1980).

La garrapata común del bovino *Boophilus microplus*, originaria de la India, se introduce en América con los ganados traídos por los conquistadores en el transcurso del siglo XVI al XVIII. Los vacunos y sus parásitos se expanden rápidamente por toda América, al encontrar un ambiente favorable para su desarrollo. El *B. microplus* se encuentra en casi todas las regiones ganaderas del mundo ubicadas dentro de zonas templadas, subtropicales y tropicales (Cetrá, 2001).

2.5 Taxonomía

Cuadro 1. Taxonomía de la *Babesia*

Reino	Protista
Subreino	Protozoa
Phylum III	Apicomplexa
Clase	2, sporozoa
Subclase	3, piroplasmidia
Familia	Babesiidae
Genero	<i>Babesia</i>
Especies	<i>B. bovis</i> y <i>B. bigemina</i>

Lozano, 2014

Cuadro 2. Taxonomía de las garrapatas

Phylum	Artrópoda
Clase	Arachnida
Orden	Acarina
Suborden	Ixódidos
Familias	Ixodidae (garrapatas duras) y Argasidae (garrapatas blandas)
Géneros	<i>Amblyomma</i> , <i>Argas</i> , <i>Boophilus</i> , <i>Ornithodoros</i> , <i>Dermacentor</i> , <i>Otobius</i> , <i>Haemaphysalis</i> , <i>Ixodes</i> , <i>Rhipicephalus</i> , <i>Carios</i> , <i>Alectroobius</i> , <i>Margaropus</i> , <i>Hyalomma</i> , <i>Aponomma</i>

Ruiz y Blanco, 2009

2.6 Distribución geográfica

Una de las enfermedades parasitarias más importantes del ganado en todo el mundo es la babesiosis bovina, enfermedad producida por protozoarios del género *Babesia*. En México, 75% de las 23, 316,000 cabezas de ganado vacuno están en riesgo de adquirir babesiosis. En este sentido, es importante señalar que, además de los adultos, recientemente se han documentado casos clínicos

de babesiosis en becerros menores a nueve meses de edad, nacidos en áreas endémicas de la enfermedad (Bautista et al, 2012).

2.6.1 Distribución geográfica de la babesiosis

La Babesiosis bovina está causada por parásitos protozoarios del género *Babesia*, orden Piroplasmida, phylum Apicomplexa. De las especies que afectan al ganado bovino, *Babesia bovis* y *B. bigemina* se encuentran ampliamente distribuidas y son muy importantes en África, Asia, Australia y América Central y del Sur (OIE, 2004).

2.6.2 Distribución geográfica de acuerdo al género de garrapata

La presencia de garrapatas en las explotaciones pecuarias es causa de disminución en la producción de carne y leche, así como deterioro de pieles por efecto de las picaduras; por otro lado, también se ha observado que las infestaciones ocasionan una disminución de las defensas inmunológicas lo que incrementa la susceptibilidad a otras enfermedades (Garza, 2007; Ruiz y Blanco, 2009).

El género ***Amblyomma*** se encuentra en Texas, Iowa, México, Sudamérica, Golfo de México, Arkansas, Georgia; Oklahoma y California, principalmente. El género ***Boophilus*** se encuentra en México, Australia, Centro y Oeste de África, el Sudan, el Mediterráneo, Sudamérica y en el oriente y poniente de la India. El género ***Dermacentor*** se distribuye por estados unidos de América, Canadá, Oeste de la India, México, Centro y Sudamérica. El género ***Haemaphysalis***, se encuentra ampliamente distribuido por el nuevo inundo, desde Alaska hasta argentina. El género ***Ixodes*** se encuentra en estados unidos de América y Canadá. El género ***Rhipicephalus*** se localiza prácticamente en todo el mundo. El género ***Argas***, también se distribuye por todos los países tropicales del mundo. El género ***Ornithodoros***, se le encuentra en California, Pacifico Mexicano, Florida,

Kansas, Centro y Sudamérica. El género **Otobius**, se encuentra distribuido en estados unidos de América, México, Centroamérica, Sudamérica, India y África (Bazán, 2002).

La distribución geográfica de las garrapatas (fig. 2) varía de acuerdo con las diferentes especies y a sus huéspedes. El género *Amblyomma* tiene alrededor de siete especies que parasitan a los animales domésticos, en México cuatro son las más frecuentes en el ganado. *A. americanum*, *A. cajennense*, *A. imitator* y *A. maculatum*, su distribución esta generalmente limitada a las zonas costeras del golfo, del caribe, de Sinaloa a Chiapas en el pacífico. Las especies *A. dissimile* de las iguanas y *A. tuberculatum* de la tortuga, cuando son larvas y ninfas atacan y se alimentan en el ganado bovino; cuando son adultas prefieren reptiles y anfibios. *A. inornatum* se ha encontrado en perros, bovinos, coyotes, venados, y conejos. El *Amblyomma variegatum* es otra especie encontrada en borregos, cabras y perros (Quiroz, 2003).



Figura 2. Distribución de las garrapatas en México

2.7 Impacto económico

La babesiosis bovina causada por *Babesia bovis* y *Babesia bigemina*, es la enfermedad protozoaria transmitidas por garrapatas que tiene mayor importancia económica en la ganadería de regiones tropicales (Solorio y Rodríguez, 1997).

El impacto económico negativo de *B. microplus* a la ganadería se debe a efectos directos e indirectos. El efecto directo, es el resultado del daño a las pieles por acción de las picaduras, pérdida de sangre y disminución de parámetros productivos (Alonso et al, 2006). En los trópicos pueden llegar a causar grandes pérdidas económicas al infestar los grandes rebaños bovinos, que generalmente se caracteriza por una lisis eritrocítica extensiva que lleva a la anemia, ictericia, hemoglobinuria, muerte (Bravo, 2012; León et al, 2010; Cruz, 2014).

Las babesiosis afectan distintas especies animales en todas partes del mundo y tiene gran importancia económica en las áreas tropicales (Rosenberger, 1970). En cuanto al impacto económico, esta enfermedad es muy importante, ya que es considerada como la segunda enfermedad parasitaria intraeritrocítica en los mamíferos. También representa un serio impacto económico por los costos de tratamiento, la mortalidad, los abortos, la disminución en la producción de carne y de leche, la reducción en la expresión del potencial genético de los animales y de igual forma la dificultad de la movilización de los animales de una región a otra y aún más difíciles las movilizaciones por exportación entre los países (Cruz, 2014).

2.8 Transmisión

Las secreciones de las glándulas salivales son importantes en la transmisión de agentes infecciosos de varios tipos de patógenos, ya que pueden transmitirse de las garrapatas al hospedero a través de la saliva, durante el engullimiento de sangre; estas secreciones ingresan a los fluidos de los tejidos del hospedero, donde se provoca la eliminación de agua y electrolitos. El agente infeccioso se

encuentra en la saliva de la garrapata y se inyecta sobre el hospedero después de la fijación en la piel (Bazán, 2002).

Cuando un ganado está altamente infestado las garrapatas pueden estar en todo el cuerpo. Una ligera infestación los principales lugares que seleccionan las garrapatas son el cuello, pecho, base de la cola, abdomen, entrepierna, testículos, base de la ubre y orejas (García, 2010).

La transmisión de *Babesia* es un proceso complejo formado por tres elementos: el vector, el parásito y el huésped. Existe una serie de factores que pueden modificar su mecanismo, por ejemplo la infección del vector, la edad de la garrapata, edad del huésped y las condiciones meteorológicas, entre otras (Solorio y Rodríguez, 1997). Después de que una garrapata ha ingerido sangre infectada de bovino, hay destrucción rápida de los eritrocitos, liberando así las formas intracelulares de *Babesia* en el lumen del intestino de la garrapata, y aun que pueden detectarse eritrocitos intactos hasta 72 horas después de la ingestión ninguna *Babesia* queda reconocible (Smith, 1978).

La babesiosis es transmitida a los bovinos por la picadura de la garrapata *Boophilus microplus*, en forma casi exclusiva y específica, por cuanto la vehiculización de la babesiosis con agujas de inyección, pinzas de descorné o el uso de sangradores para la investigación de la Brucelosis son elementos accidentales y raros en la transmisión de la enfermedad. La infección de las garrapatas pasa por herencia a su progenie durante el verano, pero estas mismas larvas infectantes dejan de serlo cuando disminuye la temperatura del medio (León et al, 2010).

La transmisión de *B. bovis* ocurre durante la ingurgitación (alimentación) de las garrapatas adultas las cuales al alimentarse con la sangre infectada del bovino se infectan. La infección es transmitida a su descendencia de la garrapata (huevo, larva) que posteriormente se alimentaran en otro bovino y transmitirá a la

Babesia. Transmisión de *B. bigemina* es también transmitida de una generación a otra cuando se ingurgitan y la infección de la garrapata ocurre en el estado de ninfa (García, 2010).

La multiplicación de los parásitos en los vertebrados tiene lugar en los eritrocitos mediante un proceso de gemación (esquizogonia), que da lugar a dos, cuatro o más trofozoítos, estas formas salen de los hematíes e invaden otros, repitiéndose el proceso hasta que esté parasitado un gran número de glóbulos rojos. El ciclo evolutivo continúa cuando una garrapata ingiere eritrocitos parasitados. Los trofozoítos de *Babesia*, se liberan del glóbulo rojo mediante un proceso de digestión en la garrapata (León et al, 2010).

2.9 Ciclo de vida

La *Babesia* tiene un complejo ciclo evolutivo (fig. 3), con formas evolutivas diferentes en el hospedador definitivo (bovino) y en el hospedador intermediario o vector (garrapata). Cuando la garrapata succiona sangre inocular los esporozoítos de *Babesia* que se introducen en los glóbulos rojos del bovino, donde realiza una reproducción asexual, multiplicándose por fisión binaria e invadiendo nuevos glóbulos rojos (León et al, 2010).



Figura 3. Ciclo evolutivo de la *Babesia*

Ciclo de vida de la *Babesia bovis*:

- A) Los esporozoítos *B. bovis* invaden un eritrocito y se transforma en un trofozoíto.
- B) El trofozoíto en forma de anillo.
- C) Dos merozoítos son generados a partir de cada trofozoíto por fisión binaria.
- D) Los merozoítos están inicialmente unidos parecidos a dos peras en un ángulo agudo.
- E) Los merozoítos maduros se separan antes de escapar del eritrocito.
- F) Los merozoítos son liberados del eritrocito. Algunos de ellos van a invadir eritrocitos nuevos y se desarrollan en trofozoíto, mientras que otros serán recogidos por las garrapatas adultas para continuar su ciclo en el hospedador invertebrado.
- G) Etapas sexuales son liberados de las células rojas de la sangre en el lumen intestinal de la garrapata y se desarrollan a gametocitos.
- H) Los gametocitos se transforman en gametos masculinos y femeninos que forman un cigoto después de la fusión.
- I) El cigoto se convierte en etapa infectante y penetra en las células intestinales de garrapatas.
- J) Se forman los kinetos móviles.
- K) Los kinetos destruyen las células intestinales, escapan a la hemolinfa y se distribuyen en los diferentes tipos de células y tejidos, incluyendo los ovarios.
- L) En el ovario, las células embrionarias están infectadas por transmisión transovarica (kinetos).
- M) Cuando la garrapata hembra pone sus huevos, los embriones ya están infectados.
- N) Las larvas infectadas se adhieren a un bovino y los kinetos migran a las glándulas salivales de la garrapata, donde forman un esporoblasto.
- O) Miles de esporozoítos se desarrollan a partir de un esporoblasto.
- P) Las larvas se alimentan de la sangre de bovino y los esporozoítos son liberados con la saliva en el sistema circulatorio del animal (Cruz, 2014).

La babesiosis bovina se puede encontrar en cualquier lugar donde existan garrapatas (fig. 4), ya que fungen como su principal vector, por lo que es más frecuente en zonas tropicales y subtropicales (Lozano, 2014; García, 2010; Aguilar, 2010; Bazán, 2002).



Figura 4. Zonas tropicales y subtropicales

2.10 Clasificación de las garrapatas

La clasificación de las garrapatas, atendiendo al número de hospedadores que requieren durante su ciclo biológico, responde a los tres siguientes grupos:

Garrapatas de un hospedador. Los tres estados se alimentan del mismo hospedador donde también tiene lugar la ecdisis. Ejemplos: *Boophilus decoloratus* y *B. annulatus*. **Garrapatas de dos hospedadores.** La larva se alimenta y muda en el hospedador mientras que la ninfa lo abandona después de alimentarse; muda en el suelo y el imago resultante busca un nuevo hospedador. Ejemplos: *Rhipicephalus eversiti* y *R. bursa*. **Garrapatas de tres hospedadores.** Estas requieren un hospedador para cada uno de los estados; abandonan el hospedador después de la toma de alimento y mudan al suelo. Ejemplos: *Ixodes ricinus* y *Rhipicephalus appendiculatus*. Cada especie de garrapata se adapta a ciertos niveles de temperatura y humedad; algunas de ellas solo aparecen en regiones templadas con un grado de humedad considerable, mientras que otras son garrapatas de invierno que desarrollan su máxima actividad en climas secos (Soulsby, 1987).

2.10.1 Suborden: Ixodoidea (Ixodides)

A este suborden pertenece las garrapatas duras y blandas, dividiéndose en dos familias: los argasidos, que abarca las garrapatas de las aves de corral y tampans, y los ixodidos o garrapatas verdaderas (Soulsby, 1987).

2.10.2 Familia argasidae

Caracterizadas por carecer de escudo quitinoso, se las conoce como garrapatas blandas, con aproximadamente 193 especies en el mundo. El gnatosoma se coloca ventralmente, subterminal o invisible cuando se mira el ejemplar por el dorso (a diferencia de Ixodidae); en las larvas siempre es terminal. Los palpos son cilíndricos. El idiosoma tiene los bordes continuos y carece de escudo dorsal. La cutícula es estriada y mamelonada regularmente o presenta fosetas ovales o circulares (Faccioli, 2011).

2.10.3 Familia ixodidae

Las garrapatas de esta familia poseen un casco duro o rígido, que se extiende por toda la superficie dorsal del macho, mientras que en la larva, ninfa y hembra solo ocupan una pequeña porción de tras de la cabeza (soulsby, 1987). Caracterizadas por la presencia de escudo quitinoso y conocidas como garrapatas duras, con aproximadamente 702 especies en el mundo (Faccioli, 2011).

Cuadro 3. Garrapatas duras y blandas divididas en géneros

FAMILIA	GENERO
Argasidae	<p>Argas: (<i>Persicus, Reflexus, Mianensis</i>).</p> <p>Otobius: (<i>Megnini y Lagophilus</i>).</p> <p>Ornithodoros: (<i>Moubata, Savignyi, Turicata, Talaje y Coriaceus</i>).</p>
Ixodidae	<p>Ixodes</p> <p>Boophilus: (<i>Anulatus, Decoloratus, Microplus, Calcaratus</i>).</p> <p>Margaropus.</p> <p>Hyalomma: (<i>Rhipicephalus, Haemaphysalis, Dermacentor, Amblyomma, Aponomma neuman y Rhipicentor</i>).</p>

2.10.4 Ciclo biológico de la garrapata

El ciclo biológico en la garrapata *Boophilus microplus* (fig. 5) ocurre entre el hospedero, la vegetación y el suelo de un sitio específico; comprende cuatro estados biológicos: el de huevo (incuba de 17 a 21 días), larva (7 a 10 días), ninfa (5 a 6 días) y adulto (1 a 3 días); de una fase a otra se lleva a cabo el proceso de ecdisis o desprendimiento del exoesqueleto; la fase parasita, se inicia en el suelo (larva), luego trepa a las plantas más cercanas y más tarde al hospedero animal; tanto en los animales como en el suelo, la garrapata está sujeta a cambios ambientales. El adulto se deja caer del hospedero una vez que realiza la copula (Bazán, 2002).

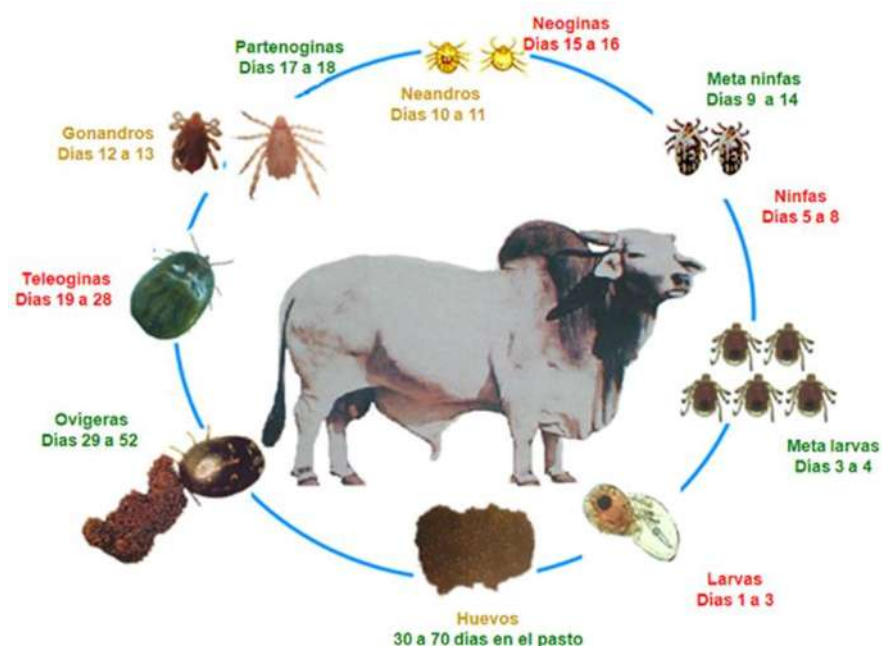


Figura 5. Ciclo de la garrapata *Boophilus microplus*

Las garrapatas tienen dos estadios, uno parasítico y otro no parasítico. El estadio parasítico lo realizan sobre su hospedero que es el bovino. Este estadio se realiza en un periodo de 21 días durante el cual la garrapata pasa por los estadios de larva (tres pares de patas), ninfa y adulto (cuatro pares de patas). La hembra adulta se alimenta lentamente por alrededor de una semana, llenándose rápidamente con sangre en las últimas 24 horas. Las garrapatas entonces se desprenden del hospedero y caen al suelo y empiezan a ovopositar aproximadamente 3000 huevos y al final las garrapatas mueren. De los huevos eclosionan las larvas que infestan los pastos hasta que las larvas infestan a sus hospederos y si no las larvas mueren. Este es el estadio no parasítico el cual puede variar dependiendo de la temperatura y humedad presente en el ambiente, durante el verano duran aproximadamente 2 meses a 6 o 7 meses en el invierno y son afectados adversamente por las temperaturas extremas y los niveles de humedad. Los machos se alimentan ocasionalmente pero no se llenan de sangre (ingurgitamiento). Los machos se desplazan a través de todo el cuerpo de los animales por varios meses y se aparean con las hembras (Garza, 2007; Aguilar, 2010). La garrapata presenta cuatro estados biológicos de desarrollo: huevo, larva, ninfa y adulto (Garza, 2007).

Huevo (fig. 6): Los huevecillos son muy pequeños miden en promedio 554µm de largo por 409 µm de ancho y tiene un peso de 51.76 µg; son de forma esférica de un color café rojizo; son depositados en el suelo en masas de 300 a 2500 huevos que la hembra aglutina con una secreción glandular protectora (Garza, 2007).



Figura 6. Huevecillos de *Boophilus microplus*

Larva (fig. 7): Las larvas son conocidas regionalmente como pinolillos, son de color café rojizo y únicamente tiene tres pares de patas; tienen un tamaño más o menos de la mitad del diámetro de un alfiler (0.9 mm), se le encuentra en masas en la tierra, en el pasto o en las hierbas de los potreros en que ha sido pastoreado el ganado infestado (Garza, 2007).

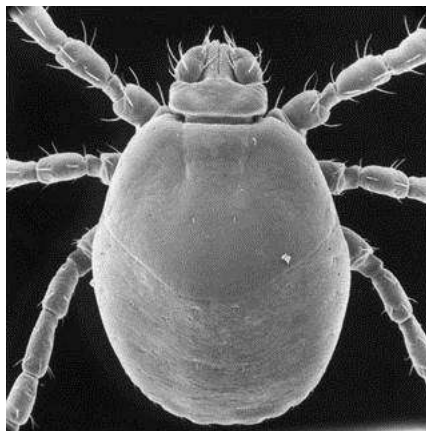


Figura 7. Larva de *Boophilus microplus*

Ninfa (fig. 8): Las ninfas presentan la misma coloración que las larvas son más grandes y presentan un par adicional de patas, teniendo ahora ocho patas por el resto de sus vidas (Garza, 2007).



Figura 8. Ninfa *Boophilus microplus*

Adulto (fig. 9): Los adultos presentan dimorfismo sexual, la hembra mide de 10 a 12 mm y el macho entre 3 y 4 mm. La superficie dorsal de sus cuerpos es lisa y tiene el margen posterior con festones. Los peritremas están detrás de la coxa del cuarto par de patas y el orificio genital está entre las coxas del segundo par de patas. Son de color verde olivo a gris azulado, tiene forma oval, con la cutícula dura, brillante y arrugada (Garza, 2007).



Figura 9. Garrapata *Boophilus microplus* en etapa adulta

Esta garrapata (*Boophilus microplus*) tiene un ciclo parasítico breve sobre los bovinos. (fig. 10) Este se inicia con la fijación de larvas de garrapatas que se desarrollan hasta ninfas que, a su vez, mudan hasta macho o hembra. Una vez fecundadas las hembras ingurgitadas de sangre se desprenden del bovino. Este ciclo parasitario dura alrededor de 22 días, una vez en el suelo, la hembra ingurgitada se refugia para colocar una sola masa de huevos que darán lugar a una nueva generación de larvas que infestarán nuevamente a los vacunos. La presencia de garrapatas en un área determinada requiere de inviernos benignos (la mayoría de los meses del año con temperaturas promedio superior a 14,5° C) y su abundancia está asociada a déficit hídricos de escasa magnitud (climas relativamente húmedos) que garantizan el mayor éxito en la ovoposición de las hembras y el consiguiente nacimiento de las larvas (García 2010).

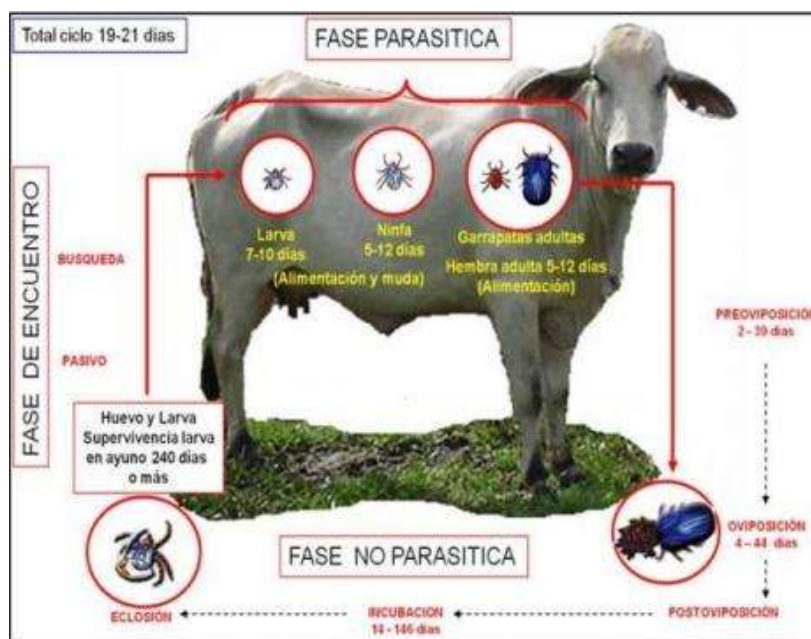


Figura 10. Fase parasítica y no parasítica de la garrapata

Una vez que la hembra adulta completa su ciclo, pone sus huevos en sitios húmedos, frescos y libres de la radiación solar, de preferencia en la parte baja de la vegetación predominante; con ello asegura una eclosión alta: una vez que emergen las larvas, durante el día se protegen contra la desecación del sol, cuyo refugio es la sombra de los pastizales o de otros vegetales. Incluso debajo del suelo (Bazán, 2002).

La biología de la babesiosis bovina tiene tres componentes epidemiológicos principales: el vector, el agente causal y el huésped. Además de la interacción de estos componentes, el patrón biológico puede manifestar diversas características de acuerdo a condiciones medio ambientales y sistemas de producción particulares, de aquí la necesidad de conocer algunas peculiaridades sobre dichos componentes (Solorio y Rodríguez, 1997).

2.10.5 Ciclo biológico y costumbres

Ponen sus huevos en escondrijos como grietas de postes, bajo las cajas de comida o piedras o en las grietas de paredes. La infestación, por tanto, suele estar asociado con cobertizos, corrales y majadas, encontrándose en forma abundante en rebaños de animales que pastorean al aire libre (Soulsby, 1987).

2.10.6 *Otobius megnini*

La llamada garrapata de la oreja se encuentra en América del norte y del sur, en el sur de África y en la india. Los estadios larvarios y ninfales son los parásitos más frecuentes de las orejas de los perros, ovejas, caballos y del ganado vacuno, pero también se encuentran en algunas veces en cabras, cerdos, gatos, avestruces y en el hombre así como en conejos, ciervos y otros animales salvajes. La larva alimentada es casi esférica. Las ninfas presentan la máxima anchura en la zona media del cuerpo, su piel es mamelonada con numerosas estructuras tipo espina; el color del cuerpo es gris azulado mientras que las patas, las piezas bucales y las espinas son amarillo pálido. Los adultos no parásitos presentan una constricción hacia la mitad del cuerpo, lo que les da forma de violín (Soulsby, 1987).

2.10.7 *Boophilus annulatus*

Es la garrapata norte americana y está ampliamente distribuida sobre todo al sur de USA. Fue erradicada de este país por medio de una campaña que tuvo lugar en 1906; periódicamente, sin embargo, es introducida de nuevo a través de los movimientos ilegales de ganado vacuno que tienen lugar desde México, donde todavía prevalece. Es común en sudan y en África central y occidental. Es una garrapata de un solo hospedador que afecta normalmente a ungulados salvajes, aunque también se ha encontrado en otros animales y el hombre. En tiempos esta garrapata causó graves daños económicos en la industria del ganado vacuno en USA, como transmisor de *Babesia bigemina*, causante de la Piroplasmosis bovina o fiebre de Texas (Soulsby, 1987).

2.10.8 *Boophilus decoloratus*

Es la garrapata azul propia de la región etiópica, muy especialmente de las zonas húmedas. Es un parásito principalmente del ganado vacuno y équidos, aunque también se ha encontrado en ovejas, cabras, ungulados salvajes y perros. Las hembras hinchadas de comida presentan un color azul-pizarra con patas de color amarillo pálido. Es una garrapata de solo un hospedador (Soulsby, 1987).

2.10.9 *Boophilus microplus*

Es la garrapata tropical del ganado propia de Australia, Indias occidentales, México, América central, Sudamérica, Asia y República de Sudáfrica. El hospedador primario es el ganado vacuno, pero también se ha encontrado en caballos, cabras, ovejas y ciervos. Es una garrapata de un solo hospedador (Solsby, 1987).

2.10.10 *Rhipicephalus appendiculatus*

Es la garrapata marrón de la oreja ampliamente distribuida en el sur, centro y este de África. Es propia de áreas con intensa pluviosidad, mientras que está ausente en las zonas desérticas y en aquellas que carecen de matorrales. Parasita al ganado vacuno, equinos, ovejas, cabras, antílopes salvajes, habiéndosele encontrado también en perros y roedores salvajes. Es una garrapata de tres hospedadores (Soulsby, 1987).

2.10.11 *Amblyomma cajennense*

Es la garrapata cayena. En EEUU aparece al sur de Texas, pero está ampliamente extendida en México, América central y del sur y en el caribe. El caballo es el principalmente parasitado, pero pueden actuar como hospedadores una gran gama de animales salvajes. Es una garrapata de tres hospedadores con un ciclo biológico similar al de *A. americanum* (Soulsby, 1987).

2.11 Patogenia

La babesiosis es causada en nuestra región por *Babesia bovis* y *Babesia bigemina*, dos protozoarios de la clase *Sporozoa* (León et al, 2010). *Babesia bovis*. Es una forma pequeña que también se encuentra en los bovinos y tiene dos por una micra. Esta especie se ve comúnmente en Europa, pero también se haya en África y Asia. Con su forma característica de pera ocupa una situación submarginal en los eritrocitos. Las hay redondas, ovales, irregulares (raras), y algunas veces son difíciles de encontrar aun en el periodo febril de la enfermedad (Medway, 1980).

Cuadro 4. Especie de *Babesia* que afecta a los bovinos

Especie	Sinónimo
<i>Babesia bovis</i>	<i>Babesia argentina</i> , <i>B. berbera</i> , <i>B. colcicha</i> .
<i>Babesia bigemina</i>	<i>Pyrosoma bigeminum</i> , <i>Apiososma begeminum</i> .

Lozano, 2014

Babesia (fig. 11) Formas pequeñas y redondeadas, ovoides y de otras formas plomórficas, complejo apical reducido; esquizogonias en células linfoides y de otra naturaleza, posteriormente los eritrocitos pueden ser invadidos por formas, que pueden o no multiplicarse en dichas células. Los vectores son las garrapatas (Soulsby, 1987).

Figura 11. *Babesia* dentro de eritrocitos

Dentro de las *Babesias*, hay 4 especies dos grandes ($>2.5 \mu\text{m}$, *B. bigemina* y *B. major*) y dos pequeñas ($< 2.5 \mu\text{m}$, *B. bovis* y *B. divergens*). Su patogenicidad y su clínica varían ligeramente de unas a otras. En general producen: fiebre elevada, ataxia, anorexia, colapso circulatorio generalizado y, en ocasiones, signos nerviosos como consecuencia del secuestro de los glóbulos rojos infectados en los capilares del cerebro (Olmeda et al 2005).

La garrapata *R. microplus* es el vector de la *Babesia bovis*, *B. bigemina* y *Anaplasma marginale*. Estas enfermedades son endémicas en las zonas tropicales y semitropicales de México y sigue la distribución del vector la garrapata *R. microplus* que tiene un ciclo biológico de un solo hospedero siendo en ocasiones un complejo de estas enfermedades (García, 2010).

La babesiosis bovina es una enfermedad febril transmitida por garrapatas y causada por uno o más parásitos protozoarios del género *Babesia* que generalmente se caracteriza por una lisis eritrocítica extensiva que conduce a anemia, ictericia, hemoglobinuria y muerte (Garza, 2007).

En las regiones tropicales y subtropicales del mundo las garrapatas son uno de los principales ectoparásitos que causan pérdidas económicas en la ganadería bovina. Específicamente *Boophilus microplus* causa daños directos debido a la acción de las picaduras y daños indirectos ocasionados por la transmisión de tres agentes etiológicos: *Babesia bovis*, *Babesia bigemina* y *Anaplasma marginale* (Domínguez et al, 2010).

La parasitosis de la garrapata sobre los hospederos que ataca, provoca entre otras cosas, disminución en la albumina sérica, bajo índice de hematocrito, los linfocitos y eosinófilos aumentan, los neutrófilos disminuyen y, se inhibe la síntesis proteica; todo ello repercute en un bajo desarrollo muscular, afecta el sistema enzimático y altera la producción de progesterona. Independiente de que los animales atacados por la garrapata, sean o no infectados con los patógenos que transmite la garrapata, pueden morir de una severa anemia, ya que cada una de las garrapatas que se adhieren a la piel del hospedero, succiona de 0.5 a 2.0 ml de sangre (Bazán, 2002).

El principal mecanismo patogénico de los hemoparásitos es la producción de anemia hemolítica, al romperse los glóbulos rojos y liberarse la hemoglobina. Esto origina la producción de la bilirrubina que tiñe las mucosas de color amarillo (León et al, 2010).

2.12 Signos clínicos

La sangre es un tejido muy especializado cuyas funciones son el transporte de oxígeno, nutrientes y desechos y la defensa del organismo. Las células contenidas en la sangre son producidas en otros tejidos, que se califican de hematopoyéticos (formadores de sangre). En el adulto sano, estos tejidos son la medula de los huesos planos, los ganglios linfáticos y otros órganos linfoides: bazo, tonsilas y placas de peyer. En grado limitado, el sistema retículo endotelial produce células hemáticas. En el individuo enfermo, en el feto y en los animales jóvenes, toda medula ósea, el hígado y el timo puede tener función hematopoyética (Merck, 2000).

Generalmente los animales padeciendo esta enfermedad se muestran apáticos, se apartan de los demás, presentan pelo hirsuto, dejan de comer, y una de las primeras manifestaciones clínicas es la presencia de fiebre. El incremento de la temperatura generalmente va acompañada de la presencia de los parásitos *Babesia bovis* y *Babesia bigemina* con incrementos máximos de temperatura rectal de 41 a 41.5 °C. En condiciones naturales *Babesia bovis* se puede detectar entre los ocho a 12 días de ponerse en contacto el bovino con el vector y *Babesia bigemina* entre 12 a 18 días, pero esto va a variar pudiendo retrasarse por diversos factores como la abundancia del vector y la proporción de garrapatas infectadas. Otros signos que se observan son: Anemia, la cual puede apreciarse por la palidez de las mucosas. La ictericia también es factible de que se presente la cual se manifiesta por la coloración amarillenta de las mucosas (Rojas, 2016).

Tras la infección o la exposición a garrapatas infestadas, el periodo de incubación es de una a dos semanas, evidenciándose la enfermedad por una subida de la temperatura corporal, que llega a 41 - 42 °C. La fiebre dura de 2 a 7 días o más, y está acompañada de depresión, pérdida del apetito, aumento del pulso y hemoglobinuria. Inicialmente existe una diarrea profusa que va seguida de marcada constipación intestinal. Durante las fases febriles, puede destruirse hasta el 75% de los glóbulos rojos. La mortalidad puede ser alta en casos graves, produciéndose la muerte pasados los 4 a 8 días de la aparición de los signos clínicos (León et al, 2010; Rosenberger, 1970).

La destrucción de glóbulos rojos y la liberación de hemoglobina y sustancias tóxicas provocan fiebre, hemoglobinuria, anemia e ictericia, la cuenta de eritrocitos puede descender a 1 ó 2 millones de eritrocitos por mm³ de sangre. La hemoglobinuria y la ictericia se presentan por la destrucción de eritrocitos. Se ha considerado que los signos clínicos de anemia no son los responsables de la muerte, sino que probablemente sea que metabolitos del parásito provoquen la activación de mecanismos fisiológicos que reducen a una inflamación generalizada, shock y muerte del animal (León et al, 2010).

La babesiosis causa la destrucción de los eritrocitos parasitados (hemólisis) por las fases asexuales, la hemoglobina queda en libertad y es convertida en pigmentos biliares, donde el exceso puede depositarse en los tejidos, ocasionando ictericia. Aparece en la orina el exceso de la hemoglobina, que el hígado no pueda transformar, de modo que la orina se colorea de rojo (León et al, 2010).

En el pico de la enfermedad hay hemoglobinuria (orina clara y transparente de color pardo-claro a café) que perdura 1 - 3 días, o hasta la muerte del animal pudiendo estar ligada a dificultades en la deposición (vejiga plena, estranguria). No rara vez hay abortos en los animales gestantes (Rosenberger, 1970). lo cual es indicativo de la gravedad del padecimiento y que generalmente va

acompañada de una caída drástica del porcentaje del volumen celular aglomerado (hematocrito, paquete celular), también pueden ocurrir otros signos, tales como estreñimiento, deshidratación, temblor muscular, debilidad, postración y muerte (Rojas, 2016).

Las anemias hemolíticas (por destrucción) tienen especial importancia clínica en el bovino; se debe a un incremento en la destrucción de los eritrocitos (hemolisis), producida por alteraciones en la isotonia sanguínea, la acción bacteriana o tóxicos alimentarios, o parásitos sanguíneos. Durante estas se produce un vuelco de la hemoglobina en el plasma (hemoglobinemia) proveniente de los glóbulos rojos destruidos, que luego es parcialmente excretada por la orina (hemoglobinuria) (Rosenberger, 1970).

La manifestación de signos nerviosos indicativos de daño cerebral son debidos a la presencia de *Babesia bovis* y estos pueden manifestarse por incoordinación principalmente por problemas de apoyo en el tren posterior, movimientos de remo en miembros, ataxia, temblor muscular, rechinado de dientes, salivación, manía, coma, los animales se tornan agresivos y adoptan una posición característica con la cabeza entre las patas tendiendo a embestir (Rojas, 2016). La infección produce un síndrome que puede tener un curso benigno con recuperación espontánea o bien, progresar a una segunda fase y producir una condición debilitante que finaliza con la muerte del animal (Solorio y Rodríguez, 1997).

2.13 Diagnóstico

2.13.1 Diagnóstico clínico

El diagnóstico que se utiliza más frecuentemente es el frotis sanguíneo, en el cual mediante tinciones como, Giemsa, Wright, leishman o azul de metileno se pueden observar merozoítos intraeritrocíticos. Otro tipo de análisis que se llega a utilizar

es la impronta de cerebro, el cual es útil para identificar *B. bovis* ya que las parasitemias de esta especie son muy bajas (Cruz, 2014).

2.13.2 Diagnóstico a la necropsia

A la necropsia se realizan Improntas de cerebro, riñón, adrenal, etc. Estas son útiles para el diagnóstico de *Babesia bovis* ya que es difícil su observación en el frotis por las bajas parasitemias. A diferencia del frotis, en la impronta normalmente se observan los capilares con el 90% de los eritrocitos parasitados. Sobre todo el examen microscópico de improntas de cerebro es útil para diagnosticar *B. bovis*. Las lesiones a la necropsia son características y los principales cambios incluyen ictericia (color amarillo de las mucosas) de todos los tejidos, excesiva cantidad de fluido seroso en las cavidades, edema subcutáneo y pulmonar, esplenomegalia (aumento de tamaño del bazo) (fig. 12), hepatomegalia (aumento de tamaño del hígado) (fig. 13) y riñones inflamados (fig. 14) y frecuentemente hemorrágicos (Rojas, 2016; Borchet, 1981; Cruz, 2014).



Figura 12. Esplenomegalia



Figura 13. Hepatomegalia



Figura 14. Riñón rojo vinoso

2.14 Prevención y control

Se han sugerido diversas formas de control de la babesiosis con resultados variables, algunos satisfactorios aplicables a condiciones específicas. También se ha discutido sobre aspectos de laboratorio y de campo, tales como el uso de ganado de las cruas *Bos indicus* X *Bos taurus* en regiones infectadas con garrapatas, la instrumentación de pruebas diagnósticas, el desarrollo de vacunas, la aplicación de tratamientos quimioterapéuticos y quimioprolifácticos y la utilización de ixodicidas. Sin embargo, no hay un procedimiento que por sí mismo constituya un control real de la babesiosis en el mundo, debido a que son diferentes aspectos los que determinan y condicionan la presentación de la enfermedad (Ramírez et al, 1997).

Existe una serie de métodos y estrategias identificadas, las cuales son aplicables al control de la babesiosis, éstas incluyen (Ramírez et al 1997).

- 1.- Control del vector.
- 2.- Control de la movilización de ganado.
- 3.- Quimioterapia y quimioprolifaxis.
- 4.- Uso de ganado resistente.
- 5.- Inmunización.

La resistencia a los acaricidas, impacta directamente la competitividad de los productores desde la perspectiva económica ya que la presencia de resistencia en los ranchos implica los gastos inherentes al control no solo de las garrapatas sino de las enfermedades transmitidas por estos ectoparásitos. Se requieren buenos programas de control para mitigar los efectos de la presencia de garrapatas resistentes, para disminuir como consecuencia la prevalencia de las enfermedades transmitidas por este vector, sin afectar la estabilidad enzoótica (Domínguez et al, 2010).

El control es complejo, no solo por la variedad de especies de Piroplasmas implicadas si no por la amplia diversidad y ubicuidad de sus vectores. Todo ello, junto a la falta de herramientas terapéuticas autorizadas, hace que el control deba basarse en la rápida detección y cuantificación de los brotes, su extensión, la identificación de los vectores y en el estudio de los factores que influyen en la aparición de los casos clínicos (Olmeda et al, 2005).

La mayoría de los ectoparasiticidas del mercado son eficaces frente a las garrapatas siempre que se administren adecuadamente y de forma que no favorezcan la aparición de resistencias. El éxito de la desparasitación dependerá de que su aplicación se adapte a la fisiología de la garrapata en la zona (Olmeda et al, 2005). En establecimientos que se re infectan de garrapatas, que están en zona de inestabilidad enzoótica (zonas en donde hay períodos con y sin garrapatas), aparecen brotes de babesiosis y/o anaplasmosis (tristeza). Para controlar éstas situaciones es conveniente inmunizar a los bovinos de 4 a 10 meses de edad contra *Babesia bovis*, *Babesia bigemina* y *Anaplasma marginale* (Cetrá, 2001).

Varias opciones de control para las garrapatas se han establecido como son el uso de acaricidas, genotipos de ganado resistente, programas de control y erradicación regional, control de la movilización de animales infestados por garrapatas, manejo de pasturas (García, 2010).

Baños de inmersión (fig. 15) es el método más conocido y de mayor difusión, ya que se logra que el animal se moje totalmente y así él se pone en contacto con los distintos estadios evolutivos del *B. microplus*. Los bovinos se usan como si fueran imanes que recolectan las neo - larvas en los potreros y las traen fijadas en su cuerpo al baño, y allí mueren. Para lograr la "limpieza del ganado" es necesario repetir el baño a intervalos regulares (21 días) durante por lo menos 9 meses, ya que cualquier descuido que permitiera la evolución de una sola teleogina, ésta reinfestaré el campo con sus aproximadamente 3.500 huevos y todo el esfuerzo, lamentablemente resultará nulo (Cetrá, 2001).



Figura 15. Baño de inmersión

Las diferencias raciales son importantes en la sensibilidad de los bovinos a las enfermedades transmitidas por las garrapatas. Los bovinos de origen europeo son habitualmente muy sensibles y muchas importaciones de estas razas han concluido en fracasos. Los cebús (*Bos indicus*) son mucho más resistentes a las enfermedades transmitidas por las garrapatas. Son también capaces de reducir el número de garrapatas sobre su tegumento, y consecuentemente el número de parásitos sanguíneos que les invaden. Su resistencia no es, no obstante, de ninguna manera absoluta y a veces, grandes pérdidas son señaladas sobre el ganado autóctono (Zwart, 1985; Aguilar, 2010).

La infestación por la garrapata común del vacuno es más abundante en los bovinos de razas europeas (*Bos taurus*) (fig. 16) que en los bovinos de razas índicas (*Bos indicus*). Las razas (*Bos Indicus*) (fig. 17) desarrollan gran resistencia contra el parásito, considerando las características heredables de la resistencia, los cruzamientos con razas cebuínas es recomendable en algunas áreas. Así se llegará a una situación favorable en lo que se refiere a los niveles de parasitismo y así se ayudará a su control (Garza, 2007; Cetrá, 2001).



Figura 16. *Bos taurus*



Figura 17. *Bos indicus*

Las cruces entre ellos resultan en biotipos con una menor propensión a sufrir infestaciones abundantes con relación a los bovinos europeos, esta característica de las cruces los convierte en una alternativa adecuada para la ganadería de la región infestada por garrapatas. Pese a ello, en las áreas más favorables para la garrapata, no es posible obtener una ganadería competitiva sin el control de este parásito. Sería interesante, también realizar cada 6 o 12 meses la eliminación de los animales más parasitados del rodeo y así ir haciendo una selección de animales resistentes (Cetrá, 2001).

Entre los cambios de mayor impacto que muestra la nueva regulación, destaca que cuando la movilización se realice dentro de zonas en control del ectoparásito, ya no será obligatorio gestionar un Certificado Zoosanitario, ni obtener una Constancia de baño garrapaticida, ni inspeccionarse en los Puntos de Verificación por identificación de garrapata *Boophilus spp* (SAGARPA, 2014).

En la República Mexicana, en los estados de Tamaulipas, Tabasco, Chiapas, Oaxaca, San Luis Potosí, Yucatán, Veracruz, Jalisco y Colima, la garrapata del género *Boophilus* presenta resistencia a ixodicidas organoclorados, organofosforados y piretroides, como ocurre en otras partes del mundo (Bazán, 2002).

2.14.1 Control biológico de la garrapata

Una manera de minimizar este impacto es el diseñar programas con un enfoque ecológico-epidemiológico para la erradicación o control de los vectores. Mediante este sistema se pueden observar y analizar de manera simultánea los mecanismos de infestación, de la transmisión de la enfermedad, el desarrollo de inmunidad a hemoparásitos, el desarrollo de resistencia química y las interacciones entre huéspedes con otras especies de garrapatas y la vegetación (Solorio y Rodríguez, 1997). Así en las babesiosis, donde la transmisión es

transovarica (la hembra adquiere la infección y la transmite la descendencia) la actuación debería centrarse en las hembras grávidas (Olmeda et al, 2005).

Existen otras plantas con propiedades antigarrapatas como *Melinis minutiflora*, *Gynandropsis gynandra* y *Brachiaria brizantha* (fig. 18), las cuales repelen a las garrapatas que buscan hospedero, debido a que tienen finas vellosidades que producen una sustancia de un olor característico que evita que las larvas suban a través de sus tallos (Garza, 2007).



Figura 18. *Brachiaria brizantha*

En forma natural, las poblaciones de garrapatas pueden ser reguladas por diversos organismos que incluyen diversas especies de aves, ratas y ratones, lagarto arcoíris, hormigas, nematodos y hongos entomopatógenos, así como extractos de plantas como el *Stylosanthes scabra scrub*. De los anteriores, el uso de hongos, nematodos y extractos de plantas pueden ser manipulados para el control de la garrapata, sin temor a contaminar (Bazán, 2002).

Se reporta que la aplicación de *Metarhizium anisopliae* sobre el ganado bovino, causa una mortalidad del 100% en garrapatas *Rhipicephalus appendiculatus* y *Amblyomma variegatum*, además, redujo en 99% la fecundidad y en 100% la emergencia de larvas (Bazán, 2002).

Son parásitos altamente especializados que atacan a una gran diversidad de especies animales, de quienes se alimentan con su sangre para sobrevivir y reproducirse; entre los hospederos que atacan, está el humano y los bovinos, ocasionando grandes pérdidas económicas. Conviene señalar que varias especies de estos ácaros requieren de uno a tres hospederos, para completar su ciclo de vida. Por otra parte, la supervivencia y los mecanismos de adaptación. Así como su propagación, ocurre a expensas de hospederos vertebrados, y se debe, a que existe una total dependencia del consumo de sangres por parte del parásito, quien, además, es reservorio potencial de agentes infecciosos. Estos agentes pueden ser transmitidos por la garrapata a los hospederos y desencadenar en cuestión de días o semanas alguna enfermedad (Bazán, 2002).

El control biológico, mediante el uso de hongos entomopatógenos, ha sido sugerido por diversos investigadores como una de las alternativas con mayor futuro para el control de las garrapatas en los bovinos. Dentro de estos, *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* son los hongos que han demostrado mayor patogenicidad contra *R. microplus* bajo condiciones de laboratorio y campo. *Metarhizium anisopliae* ha demostrado alta patogenicidad in vitro contra diferentes estadios de *R. microplus*. Sin embargo, bajo condiciones de campo se han reportado inconsistencias en el efecto ixodicida del hongo, probablemente debido a tres factores relacionados con el medio ambiente tales como temperatura (T°), rayos ultravioletas, y factores relacionados al hospedero como la T° , que afectan el crecimiento de *M. anisopliae* (Aguilar, 2010).

Manejo de pastizales. Este tipo de control consiste en la rotación de potreros y/o la introducción de especies forrajeras que disminuyen la carga de larvas en el pastizal. Con relación al uso de variedades de pastos con efecto antigarrapata o efecto repelente se han investigado entre otros, *Brachiaria brizantha*, *Melinis minutiflora* y *stylosanthes sp* (Aguilar, 2010; Bravo, 2012).

Una consideración importante a tener en cuenta es que si la garrapata es de un solo hospedador, todos los estados de la misma se alimentan del mismo; una garrapata de dos hospedadores utiliza un hospedador para la larva y la ninfa y otro para el adulto; y en una garrapata de tres hospedadores cada estado requiere un hospedador diferente. La garrapata de un solo hospedador, es obviamente, más fácil de controlar que las otras (Soulsby, 1987).

2.14.2 Profilaxis

El objetivo de la quimioprevención depende del agente y de la eficacia de los fármacos. Así, en lo que respecta a la babesiosis existen antibabesiosicos, como la amidocarbalida (7mg/kg pv) o el imidocarb (2 mg/kg pv), que han demostrado su actividad profiláctica. Estos fármacos permiten el desarrollo de inmunidad sin manifestaciones clínicas graves (Olmeda et al, 2005).

La babesiosis responde bien a una variedad de tratamientos si se realizan precozmente, aunque puede ser necesario efectuar transfusión suplementaria de sangre en las etapas tardías de la enfermedad. El aceturato de diaminazina (Berenil, Ganaseg), se lo emplea para el tratamiento de la babesiosis, en dosis única de 3 a 5 mg/kg peso vivo, por vía intramuscular. El dipropionato de imidocarb, además de tener actividad terapéutica, tiene una acción protectora frente a la *Babesia* que dura unas 4 a 6 semanas. Para el tratamiento de la babesiosis se aplica dosis de 1 mg/kg peso vivo, subcutáneo o intramuscular, para esterilización de portadores se requiere una dosis de 2 mg/kg peso vivo (León et al, 2010; Zwart 1985; Cruz 2014).

En el caso de la quimioprevención, un medicamento específico protege durante un cierto período. Por ejemplo, el imidocarb protegerá durante al menos 33 días (Zwart, 1985). Con objeto de recuperar al organismo enfermo, ayudarle a luchar contra la escasa parasitosis que pueda haber, tras un tratamiento eficaz, se deben usar, en primer lugar, estimulantes de la hematopoyesis, hierro, cobre, etc. Ayudar a las vísceras afectadas, con protectores hepáticos, vitamina B12, cardiotónicos, etc. Por último es conveniente la transfusión de sueros isotónicos, sustancias energéticas y reconstituyentes (León et al, 2010).

2.15 Salud pública

Las garrapatas y enfermedades que transmiten son uno de los grandes problemas de salud pública y veterinaria en el mundo; la severidad depende de la región, especies involucradas, agente transmisor, población de hospederos, situación socioeconómica y avance tecnológico en las medidas de control (Alonso et al, 2007).

2.15.1 Riesgo zoonótico

Se ha comunicado un pequeño número de casos de babesiosis humana, pero las especies involucradas amenudo no se han identificado con certeza. Han sido incriminadas *Babesia divergens*, *B. bovis*, *B. canis* y *B. equi*. La mayoría de los casos han sucedido en individuos esplenectomizados (o inmunocomprimidos de otra manera), y la infección a menudo se ha demostrado fatal (Merck, 2000).

2.16 Epidemiología

La especie *Boophilus microplus* debido al hecho de ser transmisora de *Babesia bigemina* y *Babesia bovis* son consideradas como las garrapatas de mayor importancia económica para el ganado vacuno, en Australia, México, Centro y Sudamérica. La distribución geográfica de la garrapatas obedece a varios factores algunos de los más importantes son temperatura, humedad, tipo de suelo y vegetación (León, 2010).

2.17 Producción bovina sustentable

2.17.1 Sistemas silvopastoriles

El tipo de explotación, puede influir sobre factores ambientales como temperatura y humedad, lo cual altera la fase no parasitaria del ciclo de la garrapata. De acuerdo al tipo de explotación, varía la oferta alimenticia de los bovinos, lo cual afecta la respuesta del hospedador al parásito. Los sistemas silvopastoriles (fig 19) constituyen una buena alternativa para aumentar la productividad y diversidad biológica de los sistemas de producción ganadera (Salazar et al, 2015).



Figura 19. Sistema de producción silvopastoril

Los sistemas silvopastoriles son los sistemas ganaderos que incorporan árboles de usos múltiples y que proporcionan diversos productos y servicios (forraje, abono verde, sombra, cercos, rompevientos y leña). Además de intensificar la producción ganadera, los sistemas silvopastoriles pueden proveer una variedad de servicios ambientales, como la prevención de la erosión, conservación de agua, provisión de hábitat, corredores para la vida silvestre y disminuir el fenómeno del calentamiento de la Tierra (Jiménez et al, 2005).

El grado de infestación depende de la raza, el estado fisiológico y la nutrición del animal y de las características microclimáticas, que afectan el ciclo de vida de la garrapata. Estudios reportados sugieren que dadas las características de un SSPi se observan menores cargas parasitarias (Salazar et al, 2015).

2.17.2 Cercas vivas

Esta es una de las prácticas más utilizadas en las áreas tropicales. Consiste en el establecimiento de árboles o arbustos para la delimitación de potreros o propiedades (fig. 20). Su establecimiento es hasta un 50% más barato que el de las cercas convencionales. Por otro lado, las cercas reducen la presión que existe sobre el bosque para la obtención de postes y leña (CONAFOR, 2010).



Figura 20. Cercas vivas

Algunas de las transformaciones más espectaculares del cambio climático en las plagas y las enfermedades de los animales probablemente se observarán en los artrópodos, como los mosquitos, las mosquillas, las garrapatas, las pulgas y las pulgas de la arena, así como en los virus de los cuales son portadores. Debido al cambio de las temperaturas y la humedad, las poblaciones de estos insectos pueden extender la zona geográfica donde viven y exponer a los animales y las personas a enfermedades contra las cuales no tienen inmunidad natural (FAO, 2008).

La ganadería bovina en el trópico de México se ha basado principalmente en modelos de producción extensivos. A pesar de ser la ganadería bovina una actividad importante para las familias campesinas, esta se lleva a cabo con grandes carencias de asistencia técnica, capacitación y con prácticas que en la mayoría de las veces, contribuyen a erosionar el suelo, degradar las pasturas y sobre todo, facilitan la pérdida de la cobertura boscosa y de la biodiversidad. Una alternativa a la ganadería extensiva es la Agroforestería Pecuaria impulsando los sistemas silvopastoriles, los cuales tienen el potencial de intensificar la producción pecuaria, produciendo más en menos tierra y de manera sustentable. Los sistemas silvopastoriles son los sistemas ganaderos que incorporan árboles de usos múltiples y que proporcionan diversos productos y servicios (forraje, abono verde, sombra, cercos, rompevientos y leña). Además de intensificar la producción ganadera, los sistemas silvopastoriles pueden proveer una variedad de servicios ambientales, como la prevención de la erosión, conservación de agua, provisión de hábitat, corredores para la vida silvestre y disminuir el fenómeno del calentamiento de la Tierra (Jiménez et al, 2005).

Los SSPi, integran la ganadería con especies arbóreas y arbustivas junto con las gramíneas interactuando en el mismo espacio y tiempo con los animales. Se ha verificado científicamente el incremento en la producción de carne y leche cuando el hato ganadero aprovecha el SSPi, contribuye a restaurar áreas degradadas y está en proceso de verificar cuantitativamente la reducción de emisiones de gases efecto invernadero en estos aprovechamientos (Flores, 2014).

2.18 Sistemas de producción bovina

2.18.1 Sistemas intensivos

En el sistema de producción (Fig. 21) en el que el ganado está confinado y depende por completo del hombre para satisfacer las necesidades diarias básicas tales como alimento, refugio y agua (OIE, 2012).



Figura 21. Sistema de producción intensivo

2.18.2 Sistemas extensivos

El sistema de producción (fig. 22) es en los que el ganado se desplaza libremente al aire libre y tiene cierta autonomía en la selección del alimento (mediante el pastoreo), el consumo de agua y el acceso al refugio (OIE, 2012).



Figura 22. Sistema de producción extensivo

2.18.3 Sistemas semi-intensivos

El sistema de producción (fig. 23) es en los que el ganado está sometido a cualquier combinación de métodos de cría extensivo e intensivo, o bien simultáneamente o bien de forma alternada, según cambien las condiciones climáticas y el estado fisiológico del ganado (OIE, 2012).



Figura 23. Sistema de producción semi-intensivo

III CONCLUSIÓN

El conocimiento de la biología de la garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* es esencial para conocer cómo se transmiten la babesiosis bovina y esto permite establecer una estrategia de control apropiada y económica en las explotaciones ganaderas del país.

El sistema de producción silvopastoril es una opción para reducir el calentamiento global y por lo tanto disminuye la sobrepoblación de las garrapatas ya que estos parásitos son favorecidos por las altas temperaturas.

IV. BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, J.A. (2010). Temo-tolerancia y eficacia invitro del hongo entomopatogeno *metarhizium anisopliae* (Ma 14) sobre el control de larvas de *riphicephalus*. (*Boophilus microplus*). En línea. <<http://cdigital.uv.mx/bitstream/12345678/704/1/Tesis.pdf>>.

Alonso, M.A., Rodríguez, R.I., Fragoso, H., Rosario, R. (2006). Resistencia de la garrapata *Boophilus microplus* a los ixodicidas. En línea. <<http://www.scielo.cl/pdf/amv/v38n2/art03.pdf>>.

Bautista, C.R., Castañeda, R., Álvarez, J.A., Rojas, C., Figueroa, J.V., Rodríguez, A. (2012). La vacunación simultánea de bovinos con *Lactobacillus casei* y la vacuna bivalente contra babesiosis bovina genera una mejor protección contra *Babesia bovis* y *B. bigemina* transmitidas por garrapatas en condiciones extremas de campo. En línea. <http://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/parasitarias/Bovinos_garrapatas_tristeza/06-vacunacion.pdf>.

Bazan, M. (2002). Efecto de *Metarhizium anisopliae* (*Deuteromycotina:Hiphomycetes*) en el control biológico de *Boophilus microplus canestrini* (acari: ixodidae) en ganado bovino estabulado). En línea. <http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/Pdf/Marcelino%20Bazan%20Tene.pdf>.

Borchert, A. (1981). Parasitología veterinaria. Ed. Acribia. España. Pp. 652-665.

Bravo, S. (2012). Babesiosis bovina. En línea. <<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/452/1/TESIS.pdf>>.

Cetrá, B. (2001). Garrapata común del bovino. En línea <http://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/parasitarias/Bovinos_garrapatas_tristeza/53-boophilus_microplus.pdf>.

CONAFOR. (2010). Sistemas silvopastoriles. En línea. <<http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/sistemas-silvopastoril.pdf>>.

Cruz, A. (2014). Expresión recombinante de la proteína de cuerpos esféricos 4 (SBP-4) de *Babesia bigemina*. En línea. <<http://ri.uaq.mx/bitstream/123456789/1169/1/RI000621.pdf>>.

Domínguez, D.L., Rosario, R., Almazán, C., Saltijeral, J. A., De la Fuente, J. (2010). *Boophilus microplus*: Aspectos biológicos y moleculares de la resistencia a los acaricidas y su impacto en la salud animal. En línea. <<http://www.redalyc.org/pdf/939/93913070001.pdf>>.

FAO. (2008). El cambio climático, las plagas y las enfermedades transfronterizas. En línea. <<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/i0142s/i0142s06.pdf>>.

Faccioli, V. (2011). Garrapatas (acari: ixodidae y argasidae) de la colección de invertebrados del museo provincial de ciencias naturales florentino ameghino. En línea. <http://www.museoameghino.gob.ar/archivos/repositorios/126_descarga_86_faccioli_vanesa.pdf>.

Flores, D.X. (2014). Sistemas silvopastoriles intensivos, base de la productividad, creación de valor y sostenibilidad de la ganadería del trópico de México. <<http://www.redinnovagro.in/docs/silvopastoril.pdf>>.

García, Z. (2010). Garrapatas que afectan al ganado bovino y enfermedades que transmiten en México. En línea. <http://www.produccionanimal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/parasitarias/Bovinos_garrapatas_tristeza/64-garrapata_comun.pdf>.

Garza, U.E. (2007). La garrapata *Boophilus microplus* y su manejo en la planicie huasteca. En línea. <<http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/1192/180.pdf?sequence=1>>.

Jimenez, G., Quechulpas, S., Nahed, J., Hernandez, L. (2005). Silvopastoreo y Servicios ambientales: Una alternativa para la ganadería en la selva lacandona, Chiapas México. En línea. <http://sedepas.chiapas.gob.mx/docs/publicaciones_SEDEPAS/Produccion_sustentable/SILVOPASTOREO%20EN%20OCOSINGO%20Y%20PALENQUE.pdf>.

León, A.M., Ribera, C.H., Villegas, F. (2010). Detección de anticuerpos IGg contra *Babesia bovis*, *Babesia bigemina* y *Anaplasma marginale* en bovinos ¹ (municipios de roboré y san José de Chiquitos del departamento de Santa Cruz). En línea. <http://www.fcv.uagrm.edu.bo/sistemabibliotecario/doc_tesis/LEON,%20MARLENE-20101124-095644.pdf>.

Medway, W. (1980). Patología clínica veterinaria. Ed. México. Pp. 323-370.

Merck. (2000). El manual Merck de veterinaria. Ed. Milanesat. España. Pp. 24-28.

OIE. (2012). Bienestar animal y sistemas de producción de ganado vacuno de carne. En línea.

<http://www.oie.int/fileadmin/home/esp/international_standard_setting/docs/pdf/e_update_2012_chapter_7.9._beef_cattle.pdf>.

OIE. (2004). Babesiosis bovina. En línea. <http://web.oie.int/esp/normes/mmanual/pdf_es/2.3.08_Babesiosis_bovina.pdf>.

Olmeda, A.S., Valcárcel, F., Meana, A. (2005). Control de las piroplasmosis bovina. En línea. <http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_Ganad%2FGanad_2005_34_54_57.pdf>.

Quiroz, R.H. (2003). Parasitología y enfermedades parasitarias de animales domésticos. Ed. Limusa. Mexico DF. Pp. 767-802.

Ramírez, G.T., Domínguez, J.L., Sierra, E.M. (1997). La inmunización contra *Babesia bovis* y *Babesia bigemina* como método de control de la babesiosis bovina. En línea. <http://www.revbiomed.uady.mx/pdf/rb97846.pdf>>.

Rojas, E. (2016). Diagnóstico de la babesiosis bovina. En línea. <http://www.ugrj.org.mx/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=532>.

Rosenberg, G. (1970). Enfermedades de los bovinos. 1era Edición. Tomo 1. Ed. HEMISFERIO SUR S.A. Pasteur 743-1028 buenos aires-argentina. Pp. 107-111.

Rosenberg, G. (1970). Enfermedades de los bovinos. 1era Edición. Tomo 2. Ed. HEMISFERIO SUR S.A. Pasteur 743-1028 buenos aires-argentina. Pp. 170-173.

Ruiz, M.N., Blanco, N.R. (2009). Grado de resistencia del *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* a productos ixodicidas, y su residualidad en leche en 20 predios del sistema doble proposito del piedemonte llanero. En línea. <<http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/6060/T14.09%20R859g.pdf?sequence=1>>.

SAGARPA. (2014). Acuerdo por el que se establece la Campaña Nacional para el control de la garrapata *Boophilus spp.* En línea. <<http://ugrnv.com.mx/web/wp-content/uploads/2014/10/Acuerdo-garrapata-Boop-2014.pdf>>.

Salazar, R., Barahona, R., Chara, J., Solange, M. (2015). Productividad y carga de parasitaria de bovinos *Bos indicus* x *B. taurus* en un sistema silvopastoril intensivo en bosque seco tropical. En línea. <<http://www.redalyc.org/pdf/939/93938025013.pdf>>.

Smith, R.D., D.V.M., M.S., Ph. D. (1978). Ciclo biológico de *Babesia* en la garrapata. En línea. <<http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CVvol2/CVv2c9.pdf>>.

Solorio, J.L., Rodríguez, R.I. (1997). Epidemiología de la babesiosis bovina. I. Componentes Epidemiológicos. En línea. <<http://www.revbiomed.uady.mx/pdf/rb97817.pdf>>.

Soulsby, E.J. (1987). Parasitología y enfermedades parasitarias en los animales domesticos. Ed. Interamericana. México DF. Pp.453-478.

Zwart, D. (1985). Hemoparasitosis Bovina. En línea. <<http://www.oie.int/doc/ged/D8835.PDF>>.