

SEP

SECRETARÍA DE  
EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MEXICO  
Instituto Tecnológico de Altamira

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA  
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ALTAMIRA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

“EFECTO DE HEMOPARÁSITOS (*Anaplasma spp.* y *Babesia spp.*)  
SOBRE LA CALIDAD ESPERMÁTICA EN SEMENTALES  
BOVINOS DE ALDAMA, TAMAULIPAS”

TESIS

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN PECUARIA TROPICAL

Presenta  
Tomás Ramos Molar



Instituto Tecnológico de Altamira

ALTAMIRA, TAMAULIPAS

JUNIO DE 2018

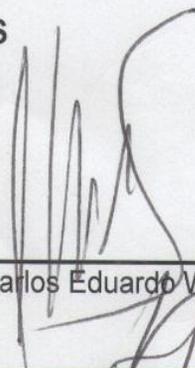


La presente Tesis titulada “**Efecto de hemoparásitos (*Anaplasma spp.* y *Babesia spp.*) sobre la calidad espermática en sementales bovinos de Aldama Tamaulipas**” fue realizada por **Tomás Ramos Molar**, bajo la dirección del comité Particular indicado, y ha sido aprobada y aceptada por el mismo comité como requisito parcial para que el sustentante obtenga el grado de:

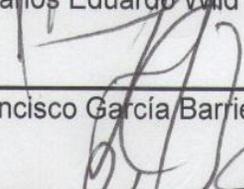
**MAESTRIA EN PRODUCCIÓN PECUARIA TROPICAL**

**COMITÉ DE TESIS**

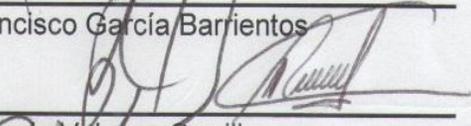
**Director de tesis**

  
\_\_\_\_\_  
MPA Carlos Eduardo Wild Santamaria

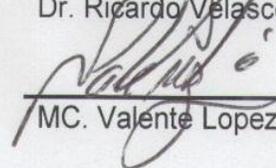
**Co-Director:**

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Francisco García Barrientos

**Asesor:**

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Ricardo Velasco Carrillo

**Asesor:**

  
\_\_\_\_\_  
MC. Valente Lopez Sánchez

## **DEDICATORIA**

**A DIOS:** Por estar conmigo en los buenos y malos momentos de la vida, por darme fuerzas para vencer adversidades por más difíciles que sean, por darme sabiduría para tomar decisiones correctas.

**A MIS PADRES:** Hilario Ramos Gómez y Socorro Molar Bahena por su apoyo incondicional que me han regalado, por sus consejos que siempre me brindaron, por su confianza y por ser mi mayor motivación en la vida.

**A MIS HERMANOS:** Hilario, Simón, Lidia y Elizabeth Ramos por su apoyo, sus consejos, su compañía, su paciencia y dedicación, muchas gracias por todo ya que fueron parte de este proyecto una vez más.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Instituto Tecnológico de Altamira, especialmente a la División de Estudios de Posgrado e Investigación por brindarme esta oportunidad de haber cursado y obtener el grado de la Maestría Profesionalizante en Producción Pecuaria Tropical en la línea de Reproducción Bovina.

A mi asesor el MVZ. Carlos E. Wild Santamaría por su tiempo y dedicación para realizar esta investigación, por darme la oportunidad y la confianza de realizar este estudio.

Al Dr. Ricardo Velasco Carrillo por su tiempo y amabilidad de ayudarme a resolver mis dudas.

Al MVZ. MC. Eric B. Fraga Escamilla por regalarme un poco de su tiempo para ir dándole forma a este proyecto.

A mis profesores por sus enseñanzas, dedicación y amistad brindada en esta importante etapa de mi vida.

A los señores ganaderos que me permitieron el acceso a las unidades de producción para la evaluación y obtención de muestras en la realización de esta investigación.

# INDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS .....	ii
INDICE .....	iii
ÍNDICE DE CUADROS .....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	x
ANEXOS .....	xii
RESUMEN .....	xiii
SUMMARY .....	xiv
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Objetivo general.....	3
1.2 Objetivos específicos .....	3
1.3 Hipótesis .....	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
1.4 Antecedentes.....	4
2.2 Anaplasmosis .....	8
2.2.1 Historia de la anaplasmosis .....	9
2.2.2 Clasificación taxonómica de Anaplasma .....	10
2.2.3 Sinonimia.....	11

2.2.4	Etiología .....	11
2.2.5	Distribución geográfica .....	11
2.2.6	Morfología .....	12
2.2.7	Ciclo evolutivo .....	12
2.2.8	Epidemiología.....	13
2.2.9	Patogenia .....	13
2.2.10	Signos clínicos .....	14
2.2.11	Diagnóstico .....	14
2.2.12	Tratamiento.....	15
2.2.13	Prevención .....	16
2.3	BABESIOSIS .....	19
2.3.1	Historia de la babesiosis .....	19
2.3.2	Sinonimia.....	20
2.3.3	Etiología .....	20
2.3.4	Distribución geográfica.....	20
2.3.5	Morfología .....	20
2.3.6	Ciclo evolutivo .....	22
2.3.7	Epidemiología.....	24

2.3.8	Patogenia .....	24
2.3.9	Signos clínicos .....	25
2.3.10	Diagnóstico .....	25
2.3.11	Tratamiento.....	26
2.3.12	Prevención .....	27
2.4	BABESIOSIS Y ANAPLASMOSIS .....	27
2.4.1	Inmunología.....	27
2.4.2	Diagnóstico.....	29
2.4.3	Diagnóstico diferencial .....	31
2.4.4	Pronóstico .....	31
2.4.5	Control.....	31
2.5	Garrapata Boophilus microplus.....	33
2.5.1	Definición.....	34
2.5.2	Epidemiología.....	34
2.5.3	Ciclo evolutivo .....	36
2.5.4	Control.....	38
2.6	Evaluación de sementales .....	41
2.6.1	Termorregulación testicular .....	43

2.6.2	Factores que afectan la calidad seminal. ....	44
3	MATERIALES Y MÉTODOS .....	49
3.1	Localización del área de estudio.....	49
3.2	Materiales y equipo.....	50
3.2.1	Material para la evaluación.....	50
3.2.2	Reactivos.....	51
3.2.3	Equipo para la evaluación .....	51
3.3	Descripción del método utilizado .....	52
3.3.1	Grupos .....	53
3.3.2	Variables a evaluar.....	53
3.3.3	Características macroscópicas del semen: .....	55
3.3.4	Características microscópicas del semen .....	56
3.3.5	Diagnóstico de hemoparásitos .....	59
3.4	Recolección de datos.....	62
3.4.1	Identificación geográfica de las aéreas de frecuencia de hemoparásitos	63
3.5	Esquema de análisis estadístico.....	64
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	65
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	74

6	LITERATURA CITADA.....	75
7	Anexos.....	88

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO: 1.</b> Clasificación taxonómica de Anaplasma .....	10
<b>CUADRO: 2.</b> Clasificación taxonómica de la Babesia. ....	19
<b>CUADRO: 3.</b> Clasificación taxonómica de Boophilus microplus .....	34
<b>CUADRO: 4.</b> Escala basada en el porcentaje de células móviles y criterio evaluativo, Según Cueto et al (1993), Vera y Muñoz (2005), Ruiz et al (2007).....	57
<b>CUADRO: 5.</b> Escala de medición de Motilidad Individual basada en el porcentaje de células móviles individuales según Salisbury (1987), Hafez (1989) y Barth (2000).57	
<b>CUADRO: 6.</b> COMPARACIÓN DE VARIABLES ANALIZADAS CON LA PRUEBA NO PARAMÉTRICA DE MANN-WHITNEY PARA VARIABLES NEGATIVOS CONTRA POSITIVOS AL INICIO EN EL TRATAMIENTO BOS TAURUS.....	66
<b>CUADRO: 7.</b> CUADRO 7. COMPARACIÓN DE VARIABLES ANALIZADAS CON LA PRUEBA NO PARAMÉTRICA DE MANN-WHITNEY PARA VARIABLES NEGATIVOS CONTRA POSITIVOS AL INICIO EN EL TRATAMIENTO BOS INDICUS.....	66
<b>CUADRO: 8.</b> COMPARACIÓN DE VARIABLES ANALIZADAS CON LA PRUEBA NO PARAMÉTRICA DE MANN-WHITNEY PARA VARIABLES NEGATIVOS CONTRA POSITIVOS AL INICIO EN EL TRATAMIENTO BOS TAURUS X BOS INDICUS.67	
<b>CUADRO: 9.</b> COMPARACIÓN DE VARIABLES ANALIZADAS CON LA PRUEBA DE SIGNO DE WILCOXON PARA ANTES Y DESPUÉS DE LOS TOROS REEVALUADOS. ....	69

CUADRO: 10. COMPARACIÓN DE VARIABLES ANALIZADAS CON LA PRUEBA NO PARAMÉTRICA DE MANN-WHITNEY PARA VARIABLES NEGATIVOS AL INICIO CONTRA NEGATIVOS AL FINAL DEL DIAGNÓSTICO..... 72

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Anaplasma marginale en el interior de glóbulos rojos .....	12
Figura 2. . Babesia bigemina en el interior de un eritrocito. ....	21
Figura 3. . Babesia bovis en el interior de un eritrocito.....	21
Figura 4. Esquema del ciclo evolutivo de la Babesia. ....	22
Figura 5. Garrapata Boophilus microplus. ....	35
Figura 6. Ciclo evolutivo de la garrapata Boophilus microplus. ....	36
Figura 7. Bovino infestado de garrapatas.....	37
Figura 8. Municipio de Aldama, lugar donde se desarrolló el estudio. ....	49
Figura 9. Coordenadas del lugar de estudio.....	50
Figura 10. Toma de la medida de la Circunferencia Escrotal. ....	54
Figura 11. Escala de condición corporal según Herd y Sprott, 1986.....	55
Figura 12. Visualización del volumen, aspecto y color del eyaculado. ....	56
Figura 13. Método de coloración de una muestra de semen usando eosina nigrosina. (Barth, 1989). ....	59
Figura 14. . Toma de muestra sanguínea de vaso coccígeo.....	60
Figura 15. Preparación del extendido o frotis .....	61
Figura 16. Diferenciación de Anaplasma marginale (izquierda) y Babesia bigemina (derecha).....	62

Figura 17. Identificación geográfica de las áreas de prevalencia de hemoparásitos.  
..... 64

Figura 18, . Identificación de los meses de prevalencia de hemoparásitos..... 73

## ANEXOS

<b>Anexo: 1.</b> Ficha de registros.....	88
<b>Anexo: 2.</b> Unidad de control del Equipo Electroeyaculador Marca Minitube, modelo e320. ....	90
<b>Anexo: 3.</b> . Medición de Circunferencia Escrotal, 38 cm. ....	91
<b>Anexo: 4.</b> Evaluación en campo de muestras de semen.....	91
<b>Anexo: 5.</b> <i>Observación de Babesia spp. en el microscopio con el objetivo de inmersión 100X.</i> ....	92
<b>Anexo: 6.</b> <i>Observación de Anaplasma spp. en el microscopio con el objetivo de inmersión 100X.</i> ....	93
<b>Anexo: 7.</b> Tabla de datos para sementales diagnosticados positivos a hemoparásitos.....	94
<b>Anexo: 8.</b> Tabla de prueba de normalidad para variables negativas al inicio contra negativas al final (60 días).....	95
<b>Anexo: 9.</b> Tabla de prueba de normalidad para variables negativas al inicio contra negativas al final del diagnóstico.....	96

## RESUMEN

La importancia de esta investigación hace énfasis en la evaluación de sementales, dado que en el medio climático y parasitario en el que se desarrollan están sujetos a afectaciones en su estado de salud estropeando su desempeño reproductivo y ya sea antes de la compra del ejemplar o poco antes de realizar el empadre controlado, aunado a la problemática de la alta prevalencia de garrapatas, es recomendable estar evaluando continuamente nuestros sementales. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de hemoparásitos (*Anaplasma* spp. y *Babesia* spp.) sobre la calidad espermática en sementales bovinos sin reposo sexual del municipio de Aldama Tamaulipas. Este análisis se efectuó a partir de la evaluación de 93 sementales, para ello se efectuó el diagnóstico de hemoparásitos mediante frotis sanguíneos utilizando la tinción Giemsa, se conformaron tres grupos de acuerdo a su origen étnico y el ensayo se realizó en el periodo comprendido del mes de Abril 2015 a Marzo 2016. Se evaluaron las variables y características seminales (Edad, Condición Corporal, Circunferencia Escrotal, Volumen, Temperatura, Motilidad Masal, Motilidad Individual, Concentración espermática y Anormalidades) en el momento del diagnóstico de hemoparásitos y, a los 60 días posteriores se re-evaluaron solo aquellos sementales positivos. Los resultados obtenidos para el grupo *Bos taurus* se encontró significancia en todas las variables evaluadas ( $P < 0.05$ ). Para el grupo *Bos indicus* solo se encontró significancia para la variable temperatura ( $P < 0.03$ ). Finalmente *Bos taurus* x *Bos indicus* mostraron significancia para las variables concentración espermática, motilidad masal e individual ( $P < 0.01$ ). Los resultados obtenidos permiten concluir que la calidad espermática se ve afectada severamente en sementales positivos a hemoparásitos y el grupo más susceptible de ser afectado es el *Bos taurus*.

## SUMMARY

The importance of this research emphasizes the evaluation of stallions, given that in the climatic and parasitic environment in which they develop they are subject to affectations in their state of health affecting their reproductive performance and, together with the problematic of the high prevalence of ticks, it is advisable to be continuously evaluating our sires. The objective of this study was to determine the effect of hemoparasites (*Anaplasma spp.* And *Babesia spp.*) On sperm quality in bovine stallions without sexual rest in the municipality of Aldama Tamaulipas. This analysis was carried out from the evaluation of 93 stallions, for which the diagnosis of hemoparasites was made by blood smears using Giemsa stain, three groups were formed according to their ethnic origin and the test was performed in the period included in the month from April 2015 to Marzo 2016. The variables and seminal characteristics were evaluated (Age, Body Condition, Scrotal Circumference, Volume, Temperature, Masal Motility, Individual Motility, Sperm Concentration and Abnormalities) at the time of diagnosis of hemoparasites and, at 60 later days, only those positive sires were re-evaluated. The results obtained for the *Bos taurus* group were found to be significant in all the variables evaluated ( $P < 0.05$ ). For the *Bos indicus* group only significance was found for the variable temperature ( $P < 0.03$ ). Finally *Bos taurus* x *Bos indicus* showed significance for the variables sperm concentration, mass and individual motility ( $P < 0.01$ ). The results obtained allow us to conclude that the spermatid quality is severely affected in sires positive to hemoparasites and the most susceptible group to be affected is *Bos taurus*.

# 1. INTRODUCCIÓN

México se encuentra entre los diez países más ganaderos del mundo, ha mantenido una vocación ganadera desde pocos años después de la llegada de los españoles, desde hace tiempo a la fecha el desarrollo de la ganadería ha sido satisfactoriamente bueno, motivo por el cual a los ganaderos se les ha reconocido su labor tanto en el país como en el extranjero.

La convicción ganadera que los productores de ganado del país demuestran y ha permitido que la ganadería haya tenido un crecimiento e incrementado su nivel de productividad con el paso de los años, esto puede indicar dos cosas, la primera, que el ganado explotado se ha adaptado bien a las condiciones; o la segunda, que el ganadero ha sabido elegir el tipo de ganado adecuado para una región específica. (López, 2003)

El ganado bovino es considerado el pilar fundamental en la producción pecuaria en todas las áreas del planeta, gracias a sus peculiaridades en el tubo digestivo que les permite transformar las materias vegetales en proteínas de alto valor biológico, así como también otras producciones importantes. (Cruz, 2006)

En la región sur del Estado de Tamaulipas se ha observado, que menos del 60% de las vacas quedan gestantes después de las épocas de empadre, y del total de las que no se preñan, una tercera parte ha presentado uno o más estros y aún así permanecen vacías. La mayor parte de los esfuerzos para aumentar los porcentajes de gestación van dirigidos hacia las hembras, dando por hecho que los sementales no tienen problemas reproductivos. (De los Santos, 2006).

El municipio de Aldama Tamaulipas se encuentra al margen de la línea imaginaria del trópico de cáncer, por ende hay más radiación solar, con clima subtropical y una alta humedad relativa, dando como resultado a una serie de problemáticas, tales como el estrés calórico que sufren los bovinos, aunado a esto,

los ectoparásitos como la garrapata que prevalecen abundantemente, ya que en esta región existen las condiciones óptimas para su proliferación, de tal modo que estos son vectores de hemoparásitos tales como la Anaplasma y Babesia, que provocan enfermedades en los bovinos que causan anemias, fiebre, ictericia, baja en la producción y disminución de fertilidad de hembras y machos. Es por ello que la presente investigación hace énfasis en la evaluación de toros sementales y el diagnóstico de hemoparásitos, así como la relación que hay en los casos positivos con el bajo potencial reproductivo que se puedan presentar.

### **1.1 Objetivo general**

- Evaluar la calidad seminal y determinar la prevalencia de dos hemoparásitos en toros y su efecto sobre el potencial reproductivo en el municipio de Aldama Tamaulipas.

### **1.2 Objetivos específicos**

- Evaluar de la calidad seminal en cuanto a la proporción de razas.
- Determinar del grado de afectación del semen en animales infestados por *Anaplasma* o *Babesia*.
- Calcular la prevalencia hemoparásitos en toros.

### **1.3 Hipótesis**

- La calidad seminal de toros de la región de Aldama Tamaulipas es afectada por la prevalencia de hemoparásitos

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 1.4 Antecedentes

La nutrición, temperaturas ambientales extremas y las enfermedades pueden reducir la calidad seminal, aunque esta puede variar con el tiempo. En la motilidad es fundamental el porcentaje de espermatozoides con movimiento rectilíneo progresivo, mientras que en la morfología se tiene en cuenta aquellos espermatozoides que poseen forma y estructura normales y los que presentan anomalías primarias y secundarias. La selección de toros con más del 80% de espermatozoides normales puede aumentar las tasas de preñez del rebaño. (Perry y Patterson, 2008, citado por Tamayo, 2013)

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 le atribuye como las principales transmisoras de agentes patógenos tales como la *Babesia spp* y el *Anaplasma spp*.

Enfermedades como la babesiosis tienen una distribución geográfica mundial, excepto en aquellas regiones en donde ha sido erradicada la garrapata transmisora. La anaplasmosis es una enfermedad también presente en todas las regiones afectando tanto a ganado de carne como de leche, provocando merma en la producción.

La babesiosis es causada en nuestra región por *Babesia bovis* y *Babesia bigemina*, dos protozoarios de la Clase Sporozoa. La anaplasmosis es producida por *Anaplasma marginale*, una bacteria del Orden Rickettsiales. El principal vector de ambas enfermedades en nuestro medio es la garrapata de un solo hospedador *Boophilus microplus*. (León, 2002)

En algunos países tropicales se ha adoptado la decisión de controlar a los vectores, más que la erradicación, con este sistema se intenta obtener una situación estable, en la cual el número de garrapatas sea suficiente para obtener un nivel bajo de infección (Medellín, 2002).

Según un estudio referente a la "Incidencia de portadores de Anaplasmosis bovina en ganado estabulado del Sur de Lima" manifestaron que los animales jóvenes son más resistentes a la Piroplasmosis y Anaplasmosis en comparación con animales adultos, concluyendo que la enfermedad se da en animales mayores de tres años de edad. (Ruiz, 1992).

Las enfermedades causadas por hemoparásitos constituyen un serio problema económico ya que causan grandes pérdidas en las explotaciones, especialmente de ganado bovino, ovino y equino. Las pérdidas ocasionadas por las hemoparasitosis se atribuyen principalmente a la deficiente ganancia de peso, reducción en la producción láctea, costo en fármacos, disminución de la fertilidad y mortalidad. (Guillen, *et al* 2010)

Los estados febriles que aumentan la temperatura testicular desencadenan trastornos de la espermatogénesis, pero al parecer este proceso es más resistente al enfriamiento que al calor, esto se debe a que los músculos del dartos y el escroto se contraen para proteger los testículos de los efectos del frío (McDonald, 1983)

Hasta hace algunos años la evaluación de bovinos productores de carne se basaba en patrones raciales, posteriormente se realizaron intentos para establecer estaciones de pruebas de comportamiento y más recientemente se han generalizado las evaluaciones genéticas del comportamiento productivo y genético. (Ruiz, *et al* 2010)

El contar con un toro de buena calidad genética no asegura que tenga buena fertilidad, en este sentido es necesario realizar pruebas de fertilidad a los toros

periódicamente, para evitar la baja producción de becerros en el hato. En los hatos ganaderos del estado de Tamaulipas existen sementales infértiles o parcialmente estériles que están proporcionando baja producción de becerros en las explotaciones ganaderas (Ruiz, *et al* 2010).

Es necesario recordar que cada semental tiene que preñar a un mínimo de 25 vacas en un periodo corto de tiempo; situación que se torna más crítica cuando es un solo toro el encargado de cubrir a todas las vacas del hato, ya que de no ser apto para cumplir su labor, los resultados pueden ser desastrosos. Cuando se emplean varios sementales en el empadre, los toros “buenos” pueden cubrir parcialmente las deficiencias de los toros “no aptos”, a costa de ser sobre utilizados (De los Santos, 2006).

En este sentido, es necesaria la evaluación de los toros periódicamente, para determinar alteraciones reproductivas evitando así problemas de baja fertilidad de sementales que se encuentran en servicio (Ruiz, *et al* 2010) y encontrar las principales causas que afectan a la reproducción.

Por otro lado, debido a los apoyos gubernamentales de los diferentes órdenes de gobierno, se ha extendido la venta de sementales en el programa denominado como “Mejoramiento Genético” o “Ganado Mejor”, en el cual se comercializan animales de diferentes edades, y aunque se supone que todos esos animales que se venden en estos eventos, deben de pasar un examen de calidad de semen que lo avala un Médico Veterinario aprobado en el área de Rumiantes y capacitado para la realización de dicho examen, muchas veces esto no se realiza debido a la confianza que tienen los productores en las diversas ganaderías productoras de estos prospectos a sementales.

En ocasiones estos sementales padecen algunos problemas reproductivos que provocan al comprador pérdidas considerables, ya que estos no se detectan en el momento de la compra sino hasta meses después de que el toro está en servicio

con las vacas y no tenga la producción esperada, de modo que despertara la inquietud del productor y acudirá con un profesional para que examine su semental y así pueda tener un diagnóstico de su problemática, de modo que buscare alternativas lo más pronto posible para evitar que sus periodos inter-partos se incrementen.

Hoy en día las enfermedades causadas por hemoparásitos nos ha puesto interrogantes que debemos de resolver al poner en marcha investigaciones que nos permitan en este caso, saber las afectaciones que tiene un semental infestado por hemoparásitos y saber si tiene relación, así como sus efectos en cuanto a su potencial reproductivo, ya que sabemos que los signos característicos de dichas enfermedades son una marcada anemia y un incremento considerable de temperatura, y que por ende habrá una alteración en la espermatogénesis debido a un estado febril prolongado.

La fertilidad del toro es de suma importancia en la producción bovina. Uno de los métodos más utilizados para determinar la calidad seminal de un toro es por muestreos de semen a través del electroeyaculador. Sin embargo la causa de muchos de los problemas de calidad del semen no es diagnosticada.

Es importante realizar estudios con la utilización de frotis sanguíneos para el diagnóstico de hemoparásitos ya que es una herramienta práctica y que nos puede ayudar a encontrar la causa de una muestra seminal de baja calidad.

En la mayoría de las Unidades de Producción Pecuarias no existe un programa de manejo reproductivo adecuado. Tradicionalmente, las vacas se mantienen con los toros todo el año, esperando que la mayoría de las vacas queden cargadas y son pocos los ganaderos que se preocupan por saber si esas vacas y toros están aptos para llevar a cabo su función reproductiva.

El toro como cualquier animal del hato, ya sea vaca, becerro, novillona, etcétera, se puede enfermar, herir o sufrir algún problema de salud, que a veces puede no ser muy obvio, pero que va a repercutir directamente en su función reproductiva y causar pérdidas económicas al ganadero. De hecho cualquier factor que le cause estrés a un toro le va afectar en su calidad seminal. Este problema será reversible dependiendo de lo prolongado que sea el periodo de tiempo que dure el estrés.

La acción negativa de las altas temperaturas, ya sea ambientales o por consecuencia de enfermedades sobre la calidad espermática en toros se manifiesta por una baja motilidad e incremento en el número de anomalías espermáticas (Austin *et al.*, 1961).

## **2.2 Anaplasmosis**

El *Anaplasma marginale* es una rickettsia que invade los glóbulos rojos sin destruirlos, pero causándoles modificaciones suficientes para que el mismo organismo los identifique como extraños y los destruya. Los signos más comunes son anemia severa, ictericia, debilidad, inapetencia, fiebre, cese de la rumia, pérdida de peso (Pfizer, 2002 citado por León, 2002).

La transmisión de *Babesia* se produce exclusivamente mediante la garrapata de un solo hospedador, *Boophilus microplus*. En la transmisión de *Anaplasma marginale*, también intervienen otros vectores como moscas hematófagas, también mediante agujas y material quirúrgico contaminado (Pfizer, 2002 citado por León, 2002).

### **2.2.1 Historia de la anaplasmosis**

Soto en el 2010 mencionó a Smith y Kilborne (1893), en el transcurso de sus investigaciones relacionadas con la Fiebre de la garrapata causada por un hemoparásito conocido como Babesia, realizaron la primera descripción de *Anaplasma marginale* como pequeños corpúsculos puntiformes o en forma de cocos, dentro de los glóbulos rojos de los animales infectados y los consideraron como representantes de un estadio del ciclo de Babesia bigemina. También lo mencionó Sir Arnold Theiler, en el año de 1910 usó el término “Anaplasma” para describir un pequeño microorganismo (corpúsculos) que se encontraba presente en los eritrocitos de bovinos africanos que sufrían de una anemia infecciosa aguda, fue el primero en considerar estos corpúsculos como representantes de un nuevo género de parásito y propuso el nombre de *A. marginale*, debido a la carencia de citoplasma y a su localización marginal dentro del glóbulo rojo, a la enfermedad la denominó como Anaplasmosis (Soto, 2010).

Durante este periodo al microorganismo recién descubierto se le consideraba como un nuevo género de protozooario, Soto (2010) mencionó a Seiber, quién en el año de 1911 notó características en el comportamiento clínico y patológico del agente que lo asemejaba más a un virus.

Gracias a la implementación de la microscopía electrónica, De Robertis y Epstein (citados por Soto 2010), en el año de 1951 evidenciaron que no se trataba de un protozooario ya que al observar la morfología del Anaplasma concluyeron que el cuerpo marginal no era una estructura homogénea sino que el cuerpo de inclusión estaba formado por varias subunidades.

Posteriormente los estudios histoquímicos en el año de 1955, demostraron la presencia de dos ácidos nucleicos que contradecía la teoría vírica. En el año de 1961, Pilcher (citado por Soto 2010), determinó que el Anaplasma pertenecía al género *Rickettsia* y concluyó además que los glóbulos rojos parasitados con

Anaplasma consumen el doble del oxígeno que los glóbulos rojos normales, condición que no ocurre en glóbulos rojos parasitados con virus.

Kreir y Ristic (Soto 2010), en el año de 1973, basándose en las características que poseía el Anaplasma como la ausencia de núcleo y organelos, le clasificaron dentro de la familia *Anaplasma taceae* del orden Rickettsiales.

### 2.2.2 Clasificación taxonómica de Anaplasma

*Anaplasma marginale* se consideró como un protozoo hemático durante mucho tiempo. Las investigaciones anteriores demostraron que se clasifica dentro del orden Rickettsiales, familia Anaplasmataceae, género Anaplasma (Cuadro 1). Se conocen cuatro especies del género Anaplasma, como agentes causantes de la anaplasmosis: *A. marginale*, que es la más patógena para los bovinos; *A. centrale*, causante de una relativa forma benigna de anaplasmosis en bovinos; *A. caudatum* también en ganado bovino y *A. ovis*, causante de un padecimiento limitado a ovinos y caprinos (Corona *et al*, 2005).

**CUADRO: 1.** Clasificación taxonómica de Anaplasma

Clasificación Taxonómica	
Reyno:	<i>Procarionte</i>
Sub grupo:	<i>Protobacterias</i>
Clase:	<i>Kinetofragminophora</i>
Familia:	<i>Anaplasmataceae</i>
Especie :	<i>marginal, centrale</i>
Grupo:	<i>Eubacteriales</i>
Phylum:	<i>Ciliophora</i>
Orden:	<i>Rickettsiales</i>
Género:	<i>Anaplasma</i>

### **2.2.3 Sinonimia**

La anaplasmosis, es también conocida como Ranilla Blanca (Quiroz *et al*, 2011).

### **2.2.4 Etiología**

El agente causal de la anaplasmosis, pertenece al género *Anaplasma*, de la familia *Anaplasmataceae*, orden Rickettsiales (Medellín, 2002).

Este se compone de tres especies (Soulsby, 1987).

*Anaplasma marginale*

*Anaplasma centrale*

*Anaplasma ovis*

### **2.2.5 Distribución geográfica**

La anaplasmosis en bovinos, es frecuente en África del Sur, Australia, Unión Soviética, América del Sur y Estados Unidos de Norteamérica. Su propagación está determinada en gran medida por la presencia de insectos vectores y la frecuencia de la enfermedad depende de los mismos factores (Blood *et al.*, 1986).

En regiones tropicales y subtropicales de México, tales como la zona norte del estado de Veracruz y la zona sur del estado de Tamaulipas, así como en otras partes del mundo, la anaplasmosis es una enfermedad de los bovinos de gran impacto económico, la distribución de las rickettsias está gobernada por la actividad del vector (Medellín, 2002).

### 2.2.6 Morfología

*Anaplasma marginale* se localiza en los bordes de los hematíes en forma de corpúsculos puntiformes, redondos u ovals de 0,3 a 0,8  $\mu\text{m}$  de diámetro, aislados, como se observa en la Figura 1. Rara vez en parejas y compuestos únicamente de sustancias cromatínicas (Hutyra y Manninger, 1973).

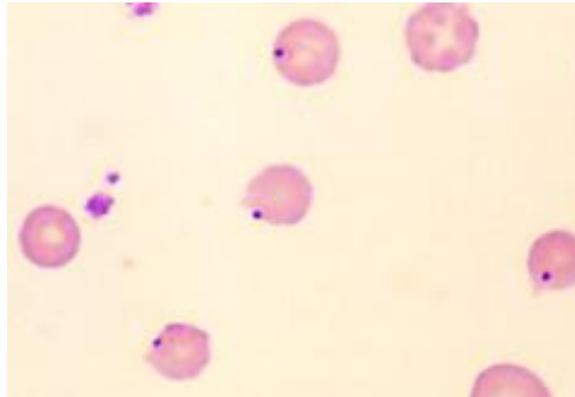


Figura 1. *Anaplasma marginale* en el interior de glóbulos rojos

### 2.2.7 Ciclo evolutivo

*Anaplasma marginale* no es un protozoo, sino una bacteria del orden Rickettsiales. En el vector no se produce ningún tipo de transformación, sino que la garrapata hace de transmisor de la bacteria de un animal a otro. La transmisión de anaplasmosis es puramente mecánica; se piensa que son los machos de *Boophilus* los que, en su búsqueda de hembras con las que copula, al pasar de un animal a otro, transmiten la infección mecánicamente. Además de las garrapatas, existen también otros agentes transmisores de anaplasmosis como los tábanos (*Tabanus* sp.) y otras moscas hematófagas; también se puede transmitir mediante el uso de agujas y material quirúrgico contaminado (Carrique y Ribera, 2000).

### **2.2.8 Epidemiología**

La manera en que se transmite la anaplasmosis aún es objeto de investigación; se han identificado varios vectores mecánicos en los que se incluye insectos picadores como la mosca brava (*Stomoxys calcitrans*), mosca de los cuernos (*Haematobia irritans*), tábanos (*Tabanus* sp) y mosquitos. Todo instrumental como agujas, navajas, etc., contaminado con sangre de un animal que contenga *Anaplasma* se convierte en transmisor mecánico. A la garrapata común del ganado (*Boophilus microplus*) se le ha atribuido un papel de transmisor biológico (Quiroz, 2002).

En la anaplasmosis, la transmisión mecánica comprende la transferencia de sangre de un animal a otro por medio de operaciones que se efectúan en el hato, como castración, descorne, tatuaje, aretado (SINIIGA), vacunación y obtención de muestras sanguíneas con agujas contaminadas, por lo general, la transmisión se efectúa cuando no se realiza una higiene adecuada. *Anaplasma marginale*, está ampliamente distribuido en áreas tropicales y subtropicales, así como en algunas zonas templadas (Soulsby 1987 y Winkler, 1987).

### **2.2.9 Patogenia**

La anaplasmosis es primariamente una anemia, cuyo grado varía con la proporción de eritrocitos parasitados; la primera aparición del protozooario en la sangre coincide con una disminución de las cifras de hematocrito y eritrocitos con la presencia de glóbulos rojos inmaduros en frotis de sangre y con la aparición de fiebre, los animales afectados en forma aguda pueden morir poco después de llegar a esta fase; si el animal se recupera a partir del ataque agudo inicial se producen ataques periódicos de invasión de los eritrocitos maduros por parte del parásito en forma regular, pero con intensidad decreciente (Blood *et al.*, 1986).

### **2.2.10 Signos clínicos**

En la anaplasmosis el periodo de incubación varía con la cantidad de material infectado que se inyecta, alrededor de tres a cuatro semanas o más, después de una infección transmitida por garrapatas y de una a cinco semanas después de inoculación de sangre. La temperatura se eleva lentamente, pero rara vez llega a más de 40,5 °C; puede permanecer elevada o fluctuar con periodos irregulares de fiebre y temperatura normal que varían de varios días a dos semanas, la anorexia rara vez es completa; el animal puede morir en esta etapa, pero muchos sobreviven en un estado general muy precario; en mucosas se advierte ictericia, no se aprecia hemoglobinuria. Las vacas en gestación suelen abortar (Blood, 1986; Quiroz, 2002).

### **2.2.11 Diagnóstico**

Se debe realizar en base al historial clínico, y complementarse con pruebas de laboratorio como son frotis sanguíneos teñidos con Giemsa, Romanowski, Wright solución al 3% Azul toluidina, en donde serán observado los cuerpos de inclusión de Anaplasma sobre las orillas de los eritrocitos cuando se trata de anaplasma marginales y en el centro en caso de anaplasma centrale, las muestras de sangre deben ser tomadas de la vena yugular ya que en los capilares no se encuentra el agente (Olguín, 2008).

Como pruebas confirmatorias del diagnóstico se puede recurrir a ELISA, IFT, PCR, RFC, RIA). Para confirmar un diagnóstico en el laboratorio se requieren las siguientes muestras (Olguín, 2008)

1. En animales vivos, con los signos clínicos ya señalados: Se debe realizar frotis sanguíneos delgados, los cuales deben teñirse con Giemsa para

evidenciar el agente causal. Sangre completa, con anticoagulante y refrigerada, es la muestra de elección para enviar al laboratorio.

2. En animales recién muertos: Se debe realizar toma de muestra de sangre en la oreja, cola, corazón o extremidades. Adicionalmente, se deben hacer frotis por aposición (improntas) de riñón, bazo e hígado. Las muestras a enviar al laboratorio deben refrigerarse (sangre y muestras de órganos); los frotis se envían bien cubiertos a temperatura ambiente.
3. En animales muertos, en descomposición, si se amerita un diagnóstico preciso, deben realizarse frotis por aposición de órganos como bazo, corazón, riñón e hígado. Los frotis deben protegerse con papel absorbente para enviarlos al laboratorio.
4. En animales en recuperación, o para la detección de portadores, deben realizarse frotis gruesos de sangre y toma de muestras de suero sanguíneo para el diagnóstico indirecto por serología.

### **2.2.12 Tratamiento**

Un tratamiento usado habitualmente consiste en una sola inyección de oxitetraciclina de acción prolongada, intramuscular, a dosis de 2 mg/kg. Los intentos de combatir las infecciones de portadores con oxitetraciclinas de acción prolongada han dado resultados variables; se ha comunicado cierto éxito con la administración de 20 mg/kg de peso corporal vía intramuscular, tres veces a intervalos de siete días, para la esterilización de portadores (Merck, 1993).

El dipropionato de imidocarb, es ampliamente usado para el tratamiento de la anaplasmosis a una dosis de 3 mg/kg de peso corporal, subcutáneo ó intramuscular y para la esterilización de portadores se requieren dos dosis de 5 mg/kg de peso vivo (Carrique y Ribera., 2000).

Recientemente el antibiótico de elección para este caso sería la utilización del fármaco derivado del grupo de las quinolonas, en especial la enrofloxacin debido a

su acción bactericida de amplio espectro a dosis de 10 mg/kg de peso vivo combinado con la administración de un des-inflamatorio y anti-pirético como el Flunixin meglumina, un Anti-inflamatorio no esteroideal (AINES) perteneciente al grupo de los aminonicotinicos, se emplea para controlar la fiebre a dosis de 1.1 a 2.2 mg/kg de peso vivo vía Intravenoso o Intramuscular según se requiera y tanto la gravedad del problema.

### **2.2.13 Prevención**

La prevención de la anaplasmosis a través del control de vectores no es posible, pero si es posible realizar prácticas rurales con una higiene controlada que evitará la diseminación de *A. marginale* por jeringas, agujas, mocheta, etc. La administración de oxitetraciclinas de acción prolongada, como un sistema preventivo, no parece ser económicamente rentable para las condiciones extensivas de la zona (Alcaraz, 1999).

Para aquellos establecimientos donde se presenta un brote esporádico o la incidencia de la enfermedad es muy baja, se sugiere el tratamiento de los animales enfermos en el potrero donde se encuentran, evitando el arreo de los mismos ya que la anemia que padecen los animales podrían llevar a provocar un shock y la muerte de los mismos (Alcaraz, 1999).

La frecuencia, incidencia, prevalencia, la morbilidad y mortalidad varían de acuerdo con la edad. En general los becerros muestran mayor grado de resistencia que los adultos, algunas veces se presentan brotes en animales jóvenes, en general se considera que las razas europeas son más susceptibles que las razas cebuínas, en parte es cierto debido al hecho de que estas razas tienen menor cantidad de garrapatas y por tanto reducen las posibilidades de infección; sin embargo en las mismas condiciones son igualmente susceptibles. El sexo está ligado a un estado

fisiológico productivo, las vacas en producción láctea tienen mayor número de garrapatas que las secas y el stress del parto reduce las defensas del organismo, facilitando la infección o la recaída (Torres, 2013).

Debido a las similitudes en sus características clínicas y epidemiológicas, en el campo generalmente no se realiza el diagnóstico diferencial de los casos de enfermedad hemoparasitaria; sin embargo, un diagnóstico etiológico es necesario para la toma de adecuadas medidas correctivas en el mediano y largo plazo, con el fin de asegurar que los casos de enfermedad no se perpetúen en el tiempo.

El juicio en el diagnóstico de hemoparásitos en rumiantes requiere de una cuidadosa evaluación de la condición clínica de los animales, confirmando el diagnóstico con los resultados de laboratorio, específicamente el grado de parasitemia y el nivel de hematocrito. En primera instancia, se hace una revisión sobre el estado actual de conocimientos acerca de los hemoparásitos del ganado y su comportamiento epidemiológico bajo las condiciones del trópico mexicano. Luego, se sugieren una serie de protocolos para alcanzar un apropiado diagnóstico, en los diversos tipos de situaciones de campo. El proceso implica desde la descripción clínica de la afección en el animal, la correcta recolección y envío de muestras en campo y el diagnóstico e interpretación de la enfermedad con base en los resultados de laboratorio; factores que permitirán entender el tipo de organismo que está afectando a los animales y la situación epidemiológica que se enfrenta.

Los cuadros clínicos causados por los hemoparásitos presentan similitudes y comparten aspectos de su transmisión y epidemiología; sin embargo, cada organismo posee sus peculiaridades como afección clínica, existiendo entonces la babesiosis y la anaplasmosis.

Los signos clínicos varían en intensidad, dependiendo de la virulencia de la cepa del organismo, la cantidad inoculada, la edad del animal, la raza, el estrés, y en los animales jóvenes de zonas enzoóticas, según el grado de inmunidad transferida

por el calostro debido a la protección que este ofrece en los primeros meses de vida (Mahoney y Ross, 1972).

Los signos comunes asociados con enfermedad hemoparasitaria son fiebre, anemia, disminución del apetito, caída en la producción de leche y pérdida de la condición corporal, llegando a la muerte en algunos animales (Allred, 2007).

El cuadro clínico febril agudo de la enfermedad solo ocurre en animales que tienen el primer contacto con el organismo, y los principales casos de mortalidad son particularmente, en animales adultos. Luego de que el animal se recupera de ese contacto inicial, los animales generalmente desarrollan inmunidad coinfecciosa manteniéndose como portadores sanos o casos subclínicos. Los animales jóvenes son generalmente menos susceptibles a los efectos clínicos de la enfermedad; de esta manera, en regiones endémicas, cuando los animales se infectan a temprana edad, la infección puede pasar desapercibida, situación conocida como estabilidad enzoótica. Los brotes de enfermedad en individuos adultos ocurren por movilización de animales de zonas libres a zonas endémicas o ruptura de la condición de estabilidad enzoótica, lo que se da en el campo, bajo dos situaciones: abuso en el uso de baños garrapaticidas o situaciones de estrés con ruptura de inmunidad e introducción de genotipos muy susceptibles (Benavides, 2002).

La identificación de la enfermedad por hemoparásitos a partir de los signos clínicos es de gran ayuda y permite un mejor direccionamiento en la intervención. Se sospecha de enfermedad hemoparasitaria cuando existe fiebre, acompañada de anemia, muerte de animales y/o aborto, presencia de edemas, hemoglobinuria o ictericia. Si no hay casos febriles, posiblemente el problema primario no se trate de hemoparásitos (Benavides, 2002; Guglielmone, 1995).

## 2.3 BABESIOSIS

La babesiosis bovina es una enfermedad febril transmitida por garrapatas y causada por uno o más parásitos protozoarios del género *Babesia* y que generalmente se caracteriza por una lisis de glóbulos rojos extensiva que lleva a la anemia, ictericia, hemoglobinuria, baja en producción láctea y disminución de la fertilidad y en ocasiones severas causa la muerte. Las dos especies de *Babesia* más conocidas son: *Babesia bigemina* y *Babesia bovis*, transmitidas por las garrapatas del género *Boophilus* (Saninet, 2002)

### 2.3.1 Historia de la babesiosis

El protozoo responsable de la fiebre de Texas en el ganado fue primero identificado en 1888 por el por el biólogo rumano Víctor Babes (Ecured, 2013), en honor del cual se denominan el género del microorganismo y la enfermedad que causa en el Cuadro 2 se muestra la clasificación taxonómica, El primer caso documentado en humanos no se produjo hasta 1957 en la antigua Yugoslavia. Entre 1982 y 2001 se ha informado de 200 casos de *Babesia microti* en los EE.UU (Ecured, 2013).

**CUADRO: 2.** Clasificación taxonómica de la *Babesia*.

Clasificación Taxonómica	
Rama:	<i>Protozoa</i>
Subrama:	<i>Apicomplexa</i>
Clase:	<i>Piroplasmorida</i>
Orden:	<i>Piroplasmorida</i>
Familia:	<i>Theileriidae</i>
Familia:	<i>Dactylosomatidae</i>
Familia:	<i>Babesiidae</i>
Género:	<i>Entopolypoides</i>
Género:	<i>Echinozoon</i>
Género:	<i>Babesia</i>

### 2.3.2 Sinonimia

La babesiosis, también se conoce como: Piroplasmosis, Ranilla Roja, Tristeza, Fiebre de Texas, Red Water en EUA, Fiebre Bovina transmitida por garrapatas (Blood *et al.* , 1986; Quiroz, 2002; Benavides *et al*, 2002).

### 2.3.3 Etiología

El género *Babesia* pertenece a la:

Clase *Sporozoa*, subclase *Piroplasma*, familia *Babesiidae*. Según Cordero del Campillo, 1999 y Quiroz, 2002 sus especies, en bovinos son:

*Babesia bigemina*

*Babesia bovis*

*Babesia divergens*

*Babesia major*.

### 2.3.4 Distribución geográfica

La distribución del protozoario causal se halla regida a su vez por la distribución geográfica de los insectos vectores que la transmiten. La babesiosis bovina causada por *Babesia bigemina* ocurre en América del Norte y del Sur, Antillas, Australia y África (Blood *et al.*, 1986).

### 2.3.5 Morfología

La *Babesia bigemina* es grande, pleomórfica, pero característicamente se observa y se identifica por un par de corpúsculos en forma de pera, unidos en ángulo agudo dentro del eritrocito maduro, miden entre 4 y 5  $\mu\text{m}$  de longitud, por 2 a 3  $\mu\text{m}$  de diámetro. Pueden aparecer formas redondeadas, ovaladas o irregulares, según la fase de desarrollo del parásito en los hematíes (Figura 2) (Soulsby, 1987).

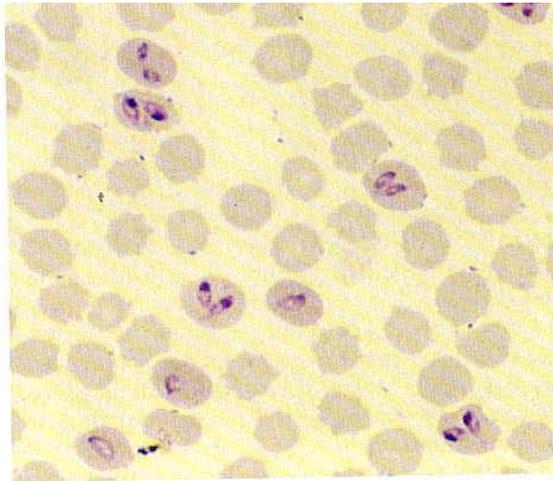


Figura 2. . Babesia bigemina en el interior de un eritrocito.

***Babesia bovis***, es un parásito pequeño, con formas piriformes, redondos o amiboides (forma de pera), algunos aparecen con una vacuola, dando el aspecto de anillos, miden 2,4  $\mu\text{m}$  por 1,5  $\mu\text{m}$  (Figura 3) (Quiroz, 2002).

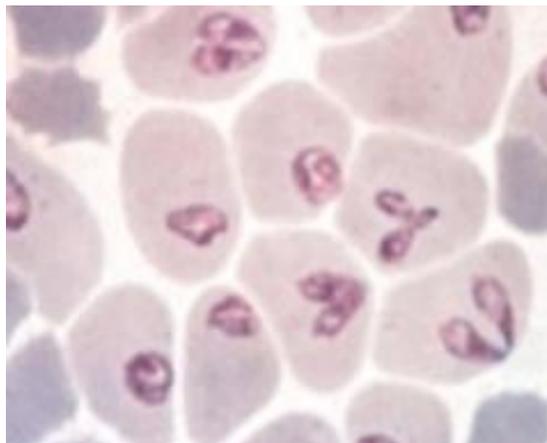


Figura 3. . Babesia bovis en el interior de un eritrocito.

### 2.3.6 Ciclo evolutivo

La *Babesia* tiene un complejo ciclo evolutivo, con formas evolutivas diferentes en el hospedador definitivo (bovino) y en el hospedador intermediario o vector (garrapata). Cuando la garrapata succiona sangre inocula los esporozoitos 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, en la Figura 4 se observa el ciclo evolutivo (Carrique *et al.*, 2000).

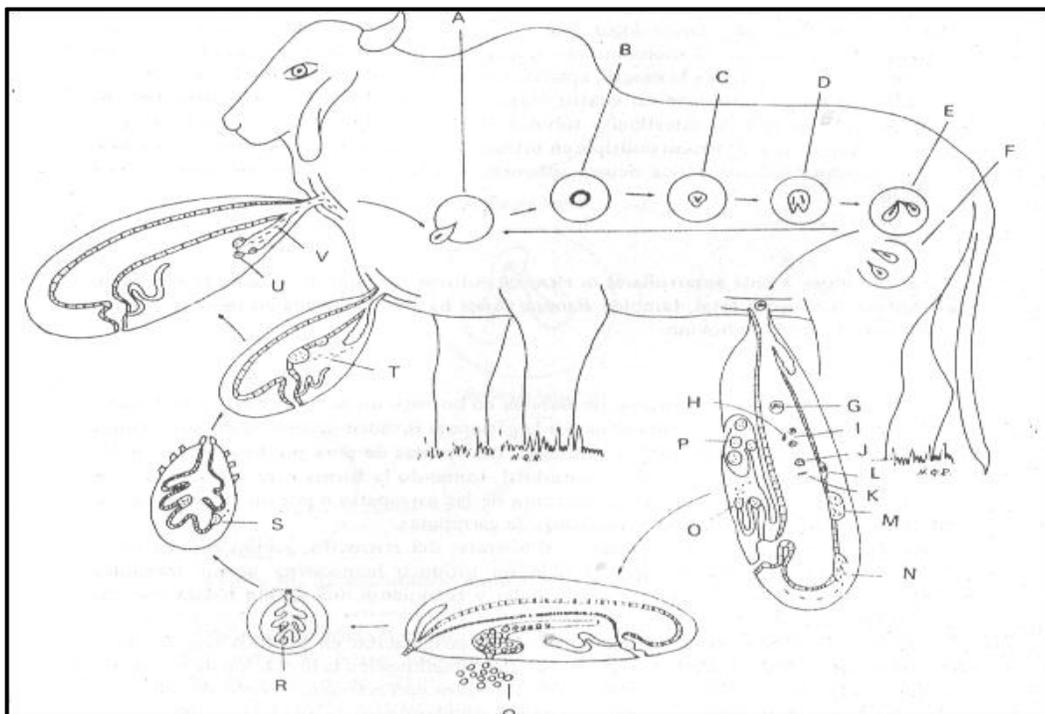


Figura 4. Esquema del ciclo evolutivo de la Babesia.

**Fases del ciclo evolutivo:** A. *Babesia* penetrando eritrocito; B. Forma de anillo; C. Forma amiboide; D. Trofozoito en fisión binaria; E. Dos trofozoitos; F. Liberación de trofozoitos e inicio de otro ciclo en huésped vertebrado; G. Eritrocito con trofozoitos en intestino de garrapata adulta; H. Trofozoito liberado; I. Primera forma esferoide; J. Segunda forma esferoide; K. Tercera forma cilindroide; L. Inicio de desarrollo en epitelio intestinal; M. Formación de vermículos; N. Vermículos en hemocele; O. Generación de vermículos en células de tubos de Malpigio y liberación de vermículos en hemocele; P. Desarrollo de vermículos en huevos; Q. Garrapata adulta poniendo huevos infectados; R. Vermículos en células intestinales de embrión; S. Vermículos en células intestinales de larva de garrapata en ayuno; T. Vermículos en hemocele de larva vía glándulas salivales; U. Vermículos en glándulas salivales de ninfa; V. Liberación de vermículos en el lumen de glándulas salivales. Figura tomada del libro parasitología de los animales domésticos.

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 (Soulsby, 1987; Quiroz, 2002).

Al final de las 24 horas los trofozoítos penetran en las células intestinales, al tercer día se transforman en vermículos que emigran desde las células epiteliales del intestino a la hemolinfa. Después de 4 días los vermículos penetran en las células epiteliales de los túbulos de Malpighi, hay una nueva fisión múltiple, los vermículos resultantes que son semejantes a sus predecesores emigran hacia los huevos, a medida que las larvas se desarrollan, penetran en las células epiteliales del intestino donde tiene lugar una fisión múltiple del núcleo, con formación de más vermículos o merozoitos (Olsen, 1977; Quiroz, 2002).

Al romperse las células epiteliales infectadas los vermículos pasan al lumen intestinal, y la hemolinfa permaneciendo allí de 5 a 7 días adheridos al hospedador, emigran a las glándulas salivales de la ninfa, se redondean y aumentan de tamaño, reproduciéndose de nuevo asexualmente, donde permanecen hasta ser inoculados (Olsen, 1977; Quiroz, 2002).

Al momento de alimentarse del huésped vertebrado, penetran con la saliva y pasan a la sangre, apareciendo en los eritrocitos entre los 8 a 12 días. En esencia, el desarrollo y la transmisión de la *Babesia spp.* en las garrapatas de un hospedador se realiza por vía transovárica, puesto que una vez fijada la larva, el resto de las fases del desarrollo tienen lugar en el mismo animal (Soulsby, 1987; Quiroz, 2002).

### **2.3.7 Epidemiología**

La babesiosis es transmitida a los bovinos por la picadura de la garrapata *Boophilus microplus*, en forma casi exclusiva y específica, por otro lado está la vehiculización de la babesiosis con agujas de inyección, pinzas de descorne 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 (Boero, 1976).

En climas cálidos y húmedos, la transmisión natural es casi exclusiva por el *Boophilus microplus*. Esta garrapata multípara, es un vector y transmite la infección a su generación especialmente a temperaturas de 28 a 32 °C, humedad relativa de 85 - 90% (Instituto Colombiano Agropecuario, 1980).

### **2.3.8 Patogenia**

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 (Carrique *et al.*, 2000).

La infección se produce por la picadura de las garrapatas o por inoculación parenteral de sangre, tejidos infectados. Esta *Babesia* ejerce acción traumática al liberarse del eritrocito, acción expoliatriz al alimentarse principalmente de hemoglobina, acción mecánica al formar acumulo de parásitos a nivel capilar y finalmente una acción tóxica con sus productos metabólicos (Quiroz, 2002).

### **2.3.9 Signos clínicos**

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 uno o dos millones de eritrocitos por mm<sup>3</sup> 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 los metabolitos del parásito provoquen la activación de mecanismos fisiológicos que reducen a una inflamación generalizada, shock y muerte del animal (Quiroz, 2002).

Tras la infección o la exposición a garrapatas infestadas, el periodo de incubación es de una a dos semanas, evidenciándose la enfermedad por un aumento de la temperatura corporal, que llega a 41 - 42 °C. La fiebre dura de dos a siete 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 cuatro a ocho días de la aparición de los signos clínicos (Soulsby, 1987).

### **2.3.10 Diagnóstico**

No hay ningún síntoma clínico específico de la babesiosis y de la anaplasmosis, por lo tanto, es frecuente que se confundan con otras enfermedades (hemoglobinuria bacilar, leptospirosis, botulismo, rabia, carbunco, leucosis, intoxicaciones, fasciolosis, etc.) (Olaya, 2007).

La única evidencia para confirmar el diagnóstico clínico de la "tristeza" es la observación de los parásitos (Babesia o Anaplasma) en los glóbulos rojos del bovino enfermo o muerto. Para este fin se realizan extendidos de sangre o improntas de

órganos (cerebro, riñón, bazo), los cuales se colorean y se examinan con el microscopio en el laboratorio (Olaya, 2007).

Para determinar si un bovino es portador crónico o tiene defensas (inmunidad) contra estas enfermedades se utilizan técnicas para detectar los anticuerpos específicos en la sangre. Las técnicas comúnmente empleadas son la inmunofluorescencia indirecta, la aglutinación en placa y la inmunoenzimática (Olaya, 2007).

### **2.3.11 Tratamiento**

Flunixin meglumina, un Anti-inflamatorio no esterooidal (AINES) perteneciente al grupo de los aminonicotínicos, se emplea para controlar la fiebre a dosis de 1.1 a 2.2 mg/kg de peso vivo.

El acetato de diaminazina, se emplea para en 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 (Carrique *et al.*, 2000). El antibiótico de elección para este caso sería la utilización del fármaco derivado del grupo de las quinolonas, en especial la enrofloxacin debido a su acción bactericida de amplio espectro a dosis de 10 mg/kg de peso vivo.

Con propósito 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 como 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 (Cordero del Campillo, 1999).

### **2.3.12 Prevención**

Son conocidos los baños garrapaticidas; actualmente los comercios ofrecen productos de poder residual, que además tendrían restos sobre las moscas picadoras (Luciani, 2003).

Es importante recomendar la higiene del material que se emplea en las operaciones de descorne, castración, vacunación, etc.; si se tratan animales de diferentes categorías con los mismos instrumentos se favorece la transmisión (Luciani, 2003).

La "premunición" controlada es de gran valor para los animales que provienen de campos limpios y son introducidos en la zona sucia de garrapata (Luciani, 2003).

Para los animales enfermos se recomiendan fármacos específicos para cada uno de los parásitos: piroplasmicidas en el caso de Babesias. (Luciani, 2003).

## **2.4 BABESIOSIS Y ANAPLASMOSIS**

### **2.4.1 Inmunología**

El organismo animal es capaz de producir anticuerpos ó inmunoglobulinas específicas contra un agente infeccioso extraño que penetra en el mismo, estas inmunoglobulinas se vierten a la sangre del animal y forman un importante componente del suero sanguíneo. La inmunoglobulina tipo M (IgM) se produce casi inmediatamente después de la primera infección por cualquiera de estos hemoparásitos; es decir, que a partir del día siete u ocho después de que el animal se haya infectado por primera vez se detectan ya niveles considerables de IgM. Al cabo de dos a tres semanas se elevan los niveles de otro tipo de inmunoglobulinas, las de tipo G (IgG), mientras que los niveles de IgM van cayendo. Los animales que se infectan por primera vez pueden o no sufrir la enfermedad, normalmente los

animales más jóvenes hacen frente a la primera inoculación de babesiosis y anaplasmosis más eficazmente que los adultos, desarrollando los anticuerpos y rara vez mostrando la enfermedad, por el contrario, los animales que se han infectado por primera vez a partir de los 9 meses son los que más frecuentemente manifiestan síntomas clínicos. Los animales conservan siempre un nivel más o menos alto de IgG después de la primera infección, mientras que los niveles de IgM tenderán a desaparecer con el tiempo. En sucesivas reinfecciones con el parásito se producen nuevamente más anticuerpos tipo IgG, pero no IgM. Es importante destacar que, después de la primera infección, el hemoparásito permanecerá dentro del hospedador durante prácticamente toda su vida, pero el animal ya no sufrirá de nuevo la enfermedad (estado de premunidad), además este hecho será detectable porque el animal siempre tendrá niveles de IgG en su sangre (Carrique *et al.*, 2000).

Una vez sufrida la primera infección el animal se hace inmune a la enfermedad, permaneciendo también como portador de los hemoparásitos durante uno o más años. A este estado de presencia del hemoparásito con anticuerpos contra el mismo se conoce como premunidad, la reinfección constante asegura que el ganado permanece portador durante el resto de su vida. Los animales ya infectados permanecen también con anticuerpos durante casi el resto de su vida, por lo tanto, después de haber sido infectado el animal por primera vez, haya enfermado o no, es improbable que sufra de nuevo la enfermedad por causa del mismo hemoparásito (Carrique *et al.*, 2000).

### **Inmunidad específica contra los protozoarios**

La mayor parte de los parásitos son completamente antigénicos, pero en su adaptación a una existencia parasitaria han desarrollado mecanismos que les permiten sobrevivir en presencia de una respuesta inmunitaria. Los protozoarios pueden estimular tanto la inmunidad humoral como la mediada por células, en general los anticuerpos sirven para controlar el nivel de parásitos libres en la corriente sanguínea (Tizard, 1989).

## 2.4.2 Diagnóstico

El diagnóstico se efectúa por la observación de los signos clínicos y pruebas de laboratorio. Hasta ahora las pruebas de diagnóstico convencionales de laboratorio se basan exclusivamente en poner en evidencia los hemoparásitos en extensiones sanguíneas de los animales a investigar, el inconveniente de estas técnicas es que la parasitemia ó cantidad de hemoparásitos presentes, varía mucho según el momento de toma de muestra y del animal mismo como ser: estado inmunitario, características individuales, etc. (Carrique *et al.*, 1999).

Entre los métodos directos para este fin, se encuentra:

### **Frotis sanguíneo**

Es una de las formas directas de diagnóstico en observación de parásitos mediante la elaboración y examen microscópico del extendido sanguíneo teñido. Se recomienda siempre para el diagnóstico de hemoparásitos que la toma sanguínea se haga de los capilares auriculares o caudales. Se utilizan dos tipos de extendidos sanguíneos: los extendidos gruesos y los delgados, proporcionando cada uno de ellos distinta información, los de tipo grueso permiten examinar una mayor cantidad de sangre, lo cual aumenta la probabilidad de detectar infecciones leves, en los extendidos delgados las características morfológicas de los parásitos sanguíneos se observan mejor. Se puede recurrir a las tinciones de tipo Romanowsky y las modificadas de esta (Giemsa, Leishman, Wright) (Domínguez, 1992).

Entre los métodos indirectos se mencionan los siguientes:

### **Fijación del complemento**

Este método no solo es valioso en los casos de diagnóstico clínico sino que es confiable en un 95% para descubrir portadores latentes, sin embargo, este método requiere de procedimientos delicados y de mucho tiempo (Winkler, 1987).

## **Inmunofluorescencia Indirecta**

La prueba de inmunofluorescencia indirecta (IFI), originalmente se utilizó para estudios de *B. equi*, *B. caballi*, posteriormente se ha utilizado para la detección de anticuerpos contra *Babesia* spp., en sueros; desde entonces, se ha considerado como una excelente prueba de diagnóstico en bovinos portadores asintomático, por su alta sensibilidad y alta especificidad (>90,0%). Esta técnica está basada en la capacidad de la globulina del anticuerpo en combinarse químicamente con un colorante fluorescente o fluorocromo, sin perder su reactividad inmunológica. La reacción se visualiza al ser iluminada con luz ultravioleta de alta intensidad. Los sueros diagnosticados como positivos son aquellos en los que se observa el parásito con una coloración fluorescente (Domínguez, 1992).

## **Prueba de ELISA**

Es la unión covalente de enzimas a las moléculas de los anticuerpos produciendo una herramienta inmunológica que posee alta especificidad y alta sensibilidad, la técnica llamada ELISA, utiliza los anticuerpos a los que se han enlazado covalentemente las enzimas de modo que quedan sin alteración las propiedades catalíticas de la enzima y la especificidad del anticuerpo. Las enzimas enlazadas, típicamente incluyen peroxidasa, fosfatasa alcalina y galactosidasa, todas las cuales catalizan reacciones cuyos productos son de color y se pueden determinar en cantidades muy pequeñas (Otte, 1992).

Las principales técnicas serológicas que se utilizan para el diagnóstico de anaplasmosis son similares a las pruebas para el diagnóstico de la babesiosis y son la prueba de fijación del complemento, la técnica de Anticuerpo-Fluorescente y ELISA indirecta (Winkler, 1987).

### **2.4.3 Diagnóstico diferencial**

Enfermedades como la tripanosomiasis, la theileriosis, la leptospirosis, la hemoglobinuria bacilar, la intoxicación por helecho, deben ser consideradas para el diagnóstico diferencial por su parecido con babesiosis y anaplasmosis (Medellín, 2002).

### **2.4.4 Pronóstico**

Después del inicio de la hemoglobinuria, el pronóstico es pobre, entre los animales adultos completamente susceptibles la mortalidad puede llegar a un 50% si no se da tratamiento, entre el ganado que se cría en zonas donde la babesiosis es endémica, las pérdidas son pocas aún cuando exista la infección. Esto generalmente refleja protección temprana del neonato, al ser receptor de anticuerpos calostrales que dan un grado de protección transitoria variable y a la exposición de la garrapata transmisora de la babesiosis (Medellín, 2002).

### **2.4.5 Control**

En algunos países tropicales se ha adoptado la decisión de controlar a los vectores, más que la erradicación, con este sistema se intenta obtener una situación estable, en la cual el número de garrapatas sea suficiente para obtener un nivel bajo de infección (Medellín, 2002).

Existe una serie de métodos y estrategias identificadas, las cuales son aplicables al control de la babesiosis y anaplasmosis (Rodríguez *et al.*, 2002), estas incluyen:

- Control del vector.
- Uso de ganado resistente.
- Inmunización

#### **2.4.5.1 Control del vector**

El control del vector consiste en romper el ciclo de transmisión de la enfermedad lo cual se logra mediante la aplicación de acaricidas al hospedador, en regiones tropicales esto se hace como un procedimiento rutinario o como parte de un programa para el control del vector, sin embargo, a pesar de que el control de *Boophilus microplus* transmisora de *B. bovis* y *B. bigemina* se basa grandemente en el uso de acaricidas, hay grandes problemas con el control químico ya que este género de garrapata ha desarrollado resistencia a todos los productos químicos hasta ahora usados en su contra.

Otro problema con el uso de acaricidas es que el uso frecuente de éstos puede afectar el control mediante la creación de animales susceptibles a las garrapatas y a las enfermedades causadas por hemoparásitos. Además, hay una enorme preocupación mundial en cuanto a los residuos de pesticidas en la carne y el medio ambiente. Un medio de control de las garrapatas diferente al uso de los acaricidas es el uso de vacunas (Rodriguez *et al.*, 2002).

#### **2.4.5.2 Uso de ganado resistente**

Consiste en seleccionar ganado cebuino (*Bos indicus*) para la empresa ganadera lo cual ha sido practicado en Australia, América Central y Sudamérica. Estos animales han mostrado habilidad para desarrollar inmunidad a la infestación con garrapatas, favoreciendo una estabilidad enzoótica y considerándose las pérdidas de ganado local o indígena insignificantes, un inconveniente es que la baja productividad de este ganado ha conducido al uso del de tipo europeo encastado con cebuino (Rodriguez *et al.*, 2002).

### **2.4.5.3 Inmunización**

La inmunización parece ser el procedimiento que ofrece las mejores perspectivas; este método de prevención y/o control se considera una de las alternativas primordiales para resolver el complejo problema de la babesiosis y anaplasmosis bovina. Sin importar la fuente o tipo de antígeno, una vacuna ideal contra la babesiosis y anaplasmosis debe reunir las siguientes cualidades, (Rodríguez *et al.*, 2002).

1. Prevenir clínicamente la enfermedad en condiciones de campo.
2. Proteger contra todas las cepas de parásitos.
3. Inducir una protección prolongada con una o dos inoculaciones.
4. No contener antígenos o infecciones contaminantes.
5. Disponibilidad en grandes cantidades.
6. Costo razonable.
7. Segura y fácil de administrar

En la actualidad, la erradicación de la anaplasmosis no es un procedimiento practicable en la mayoría de los países, por el gran número de insectos que son capaces de transmitir la enfermedad. Debe prestarse atención a la prevención de la transmisión artificial por instrumentos usados para inyecciones e intervenciones quirúrgicas, mediante la desinfección después de su uso en cada animal (Blood *et al.*, 1986; Quiroz, 2002).

## **2.5 Garrapata *Boophilus microplus***

La garrapata figura como uno de los ectoparásitos de mayor importancia económica a escala mundial, por las mermas que ocasiona en la producción de

ganado bovino, caprino, lanar y caballar. Al lesionar la piel para chupar sangre, muchas especies de garrapatas pueden transmitir también los más diversos agentes patógenos; como virus, bacterias, rickettsias protozoos (Bayer, 2002).

### 2.5.1 Definición

Las garrapatas son ectoparásitos obligatorios de la mayoría de los vertebrados terrestres, prácticamente en todos los lugares donde existen estos animales (Merck, 1993).

La garrapata *Boophilus microplus* a diferencia de otras garrapatas de dos y tres hospedadores realiza todo su ciclo evolutivo parasitario en un solo animal (cuadro 3). La garrapata sigue siendo hasta la fecha una de las plagas que provoca grandes pérdidas a la ganadería (Carrique *et al.*, 2000; Bayer, 2002).

**CUADRO: 3.** Clasificación taxonómica de *Boophilus microplus*

Clasificación Taxonómica	
<b>Phylum:</b>	<i>Arthropoda</i>
<b>Subphylum:</b>	<i>Chelicerata</i>
<b>Clase:</b>	<i>Arachnida</i>
<b>Orden:</b>	<i>Acarina</i>
<b>Suborden:</b>	<i>Metastigmata</i>
<b>Familia:</b>	<i>Ixodidae</i>
<b>Género:</b>	<i>Boophilus microplus</i>

### 2.5.2 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 (Figura 5). La distribución geográfica de la garrapatas obedece a varios factores algunos de los más importantes son temperatura, humedad, tipo de suelo y vegetación (Quiroz, 2002).



Figura 5. Garrapata Boophilus microplus.

El hombre ha participado en la diseminación de las garrapatas al haber realizado migraciones con sus rebaños en los diferentes continentes del mundo. Desde el punto de vista epidemiológico las garrapatas tienen un papel muy importante debido a su capacidad para transmitir diferentes agentes causales de enfermedades, algunas únicamente entre los animales domésticos, otras entre animales silvestres y domésticos (Quiroz, 2002).

### 2.5.3 Ciclo evolutivo

Las dos especies del género *Boophilus spp* (*B. annulatus* y *B. microplus*), la garrapata tropical de los bovinos, son ejemplos clásicos de garrapatas de un huésped, es decir, pasan las tres fases de su ciclo evolutivo (Figura 6) parasitario (larva, ninfa y adulta) en la piel de un mismo animal (Bayer, 2002).

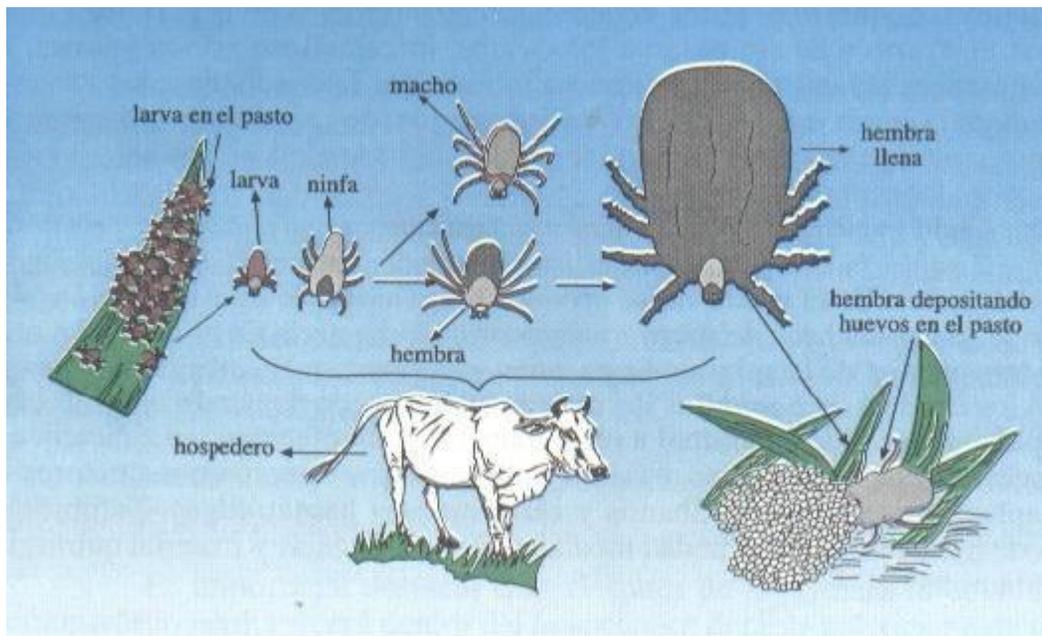


Figura 6. Ciclo evolutivo de la garrapata *Boophilus microplus*.

La vida parasitaria de la garrapata *Boophilus spp.* sobre el bovino dura generalmente tres semanas, incluyendo sus dos mudas (de larva a ninfa, de ninfa a adulta). Las hembras fecundadas y repletas de sangre se caen del animal huésped (bovino) y depositan en lugares protegidos en el suelo entre 2,000 y 3,000 huevecillos, de los que, dependiendo el clima, nace una nueva generación de larvas en un lapso de seis a ocho semanas, la hembra muere después de la ovoposición, estas larvas apenas perceptibles a simple vista se mueven con sus seis patas, trepan

hierbas y arbustos, y esperan a que pase algún animal que les sirva de huésped (Bayer, 2002).

Con sus fuertes órganos bucales se adhieren a la piel, la perforan, chupan sangre y líquido corporal hasta hartarse para luego mudar a ninfa. La ninfa con cuatro pares de patas vuelve a chupar sangre y pasa una segunda muda para convertirse en garrapata adulta de sexo diferenciado (Figura 7), luego de la copulación, las hembras fecundadas y llenas de 0,3 a 0,5 ml de sangre se caen del animal huésped comenzando el nuevo ciclo con la puesta de los huevecillos y la muerte de la hembra. *Boophilus microplus* es considerada como la especie más importante a escala mundial por los daños que ocasiona (Bayer, 2002).



Figura 7. Bovino infestado de garrapatas.

***Boophilus microplus*** es un parásito que utiliza un hospedero en su ciclo evolutivo y presenta dos fases: una de fase de vida libre que se realiza en la vegetación y la segunda fase parasitaria que la realiza en el hospedero. La fase

parasitaria comienza con la hembra fecundada e ingurgitada de sangre, y baja solo para realizar la postura y termina en dos alternativas; una cuando la hembra antes de la postura produce huevos infértiles o cuando anidan sus larvas y mueren antes de alcanzar su hospedero adecuado y otra cuando las larvas oriundas de huevos fértiles consiguen alcanzar un hospedero susceptible (Malacco, 2002; Avila, 2001).

La fase parasitaria con duración media de 23 días, se inicia con la fijación de las larvas en el hospedero susceptible y termina cuando son adultos incluidas las hembras fecundadas e ingurgitadas, desprendiéndose del hospedero. Varios son los factores ambientales que influyen en la sobrevivencia de la garrapata y en cada segmento de su ciclo, como clima, vegetación, densidad animal, raza, etc. (Malacco, 2002; Avila, 2001).

#### **2.5.4 Control**

El ciclo biológico de *Boophilus microplus* tiene dos fases: uno de vida libre, fuera del hospedador, y otro de vida parasitaria que se desarrolla sobre el bovino, este hecho sugiere que hay dos maneras de actuar contra las garrapatas, una en el campo y otra sobre el animal mismo (Bayer, 2002).

Las garrapatas se controlan de varias maneras utilizando medios químicos y físicos. Debido a las diferencias de hábitos entre las especies de garrapatas, en un programa de control debe de precisarse la o las especies que se desea controlar ya que un plan que sea efectivo contra una especie de un sólo huésped, no necesariamente funciona contra otra de dos o tres huéspedes (Quiroz, 2002).

##### **2.5.4.1 Control con medios químicos**

El control de la garrapata a través del uso de sustancias químicas, ha sido, en los últimos años, fundamental en la lucha que se lleva a cabo en todo el mundo contra éste y, pese a los problemas y costos que implica su utilización, bajo muchas

circunstancias y condiciones es la única medida eficaz de la que se pueden obtener resultados favorables a corto plazo (Bayer, 2002).

El control de la garrapata usando acaricidas puede dirigirse contra las etapas de vida libre en el medio ambiente o contra las etapas parasíticas en los hospedadores. El tratamiento de los hospedadores con acaricidas para destruir las larvas, ninfas, y adultos de garrapatas, ha sido el método de control usado más ampliamente (Merck, 1993).

A lo largo de este siglo se han empleado para el baño de animales parasitados por garrapata, productos pertenecientes a diversas familias químicas tales como arsenicales, clorinados, organofosforados, carbamatos y más recientemente, amidinas ivermectinas y piretroides. Algunos de estos compuestos han sido abandonados o incluso prohibidos debido a problemas de alta toxicidad para el ganado y el ser humano; otros, por el riesgo que implica su uso masivo para la ecología; y en muchas regiones, debido a la aparición de tipos o poblaciones de garrapatas resistentes a estos garrapaticidas (Bayer, 2002).

## **SISTEMAS DE APLICACIÓN DE LOS ACARICIDAS**

### **a) Baños de inmersión**

Es un método muy difundido en muchos países, aunque en el nuestro es relativamente poco utilizado, con este se logra una completa inmersión de todo el cuerpo del animal, posibilitando así un perfecto contacto del producto con las garrapatas, este método es simple, rápido, y práctico, apropiado sobre todo cuando hay que tratar un gran número de animales; sin embargo debido a que se deteriora progresivamente al contaminarse con barro, heces, lluvias etc. requiere el recambio periódico del acaricida, el cual permanece activo entre seis meses y tres años, según el producto, Otro problema es la dificultad de evacuación de un gran volumen de acaricida que contiene el baño (Carrique et al. , 2000).

### **b) Túneles o mangas de fumigación**

Estas son instalaciones metálicas especiales por la que los animales son obligados a pasar. El acaricida sale propulsado por unos aspersores con la ayuda de una bomba. Los aspersores están situados estratégicamente para que el acaricida alcance todas las zonas infectadas del animal, el sistema permite la utilización del acaricida fresco, por lo que sólo se prepara la cantidad necesaria para la aplicación (Carrique *et al*, 2000).

### **c) Mochilas y Aspersoras de mano**

Este sistema requiere mayores costos de mano de obra, a veces no se llega fácilmente a los lugares donde hay muchas garrapatas, como por ejemplo los pliegues cutáneos de los miembros del animal, en los sistemas de mangas de fumigación y mochilas se desperdicia mucho acaricida (Carrique *et al.*, 2000).

## **2.5.4.2 Control con medios físicos**

### **a) Descanso de potreros**

Las larvas de garrapatas deben pasar su tiempo en la vegetación esperando que pase un hospedador al que deben adherirse, las larvas sobreviven en el pasto de uno a tres meses o incluso más tiempo dependiendo de la humedad, insolación y temperatura, sin embargo debido a la organización de la unidad de producción, a veces no es factible clausurar los potreros por tanto tiempo, si se mantiene libre de ganado un área de pasto por unas seis semanas y nos aseguramos de tratar el ganado efectivamente con acaricidas antes de introducirlo en él, podemos fácilmente mantenerlo libres de garrapatas (Carrique *et al.*, 2000).

### **b) Quema de pasturas**

La quema de pastos al final de la estación de sequía, es donde coincide con una abundancia de estados evolutivos de las garrapatas en los pastos, de esta forma se ayuda a disminuir la población de garrapatas, sin embargo, se ha visto que cuando es la única forma de control utilizada, se presenta luego el aumento considerable de la población a partir de la garrapatas que permanecieron en sus huéspedes (Quiroz *et al*, 2011).

### **c) Aumento de la resistencia genética de los animales**

Se basa en el cruzamiento de las razas europeas, más sensibles a la garrapatas, con razas cebuinas tipo *Bos indicus*, que tienen mayor capacidad de adquirir resistencia a las garrapatas (Carrique *et al.*, 2000).

### **d) Uso de vacunas**

La vacuna Gavac, producida por el Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología de Cuba es una nueva arma contra la garrapata *Boophilus microplus*, consiste en una proteína aislada de tubo digestivo de las garrapatas que se inyecta a los bovinos, produciendo anticuerpos, los cuales al ser parasitados por las garrapatas, se transmiten a estas, destruyendo así su tubo digestivo. El calendario recomendado de vacunación es el siguiente: primera dosis el día 1, segunda dosis a la cuarta semana y la tercera dosis a la séptima semana. La revacunación debe de realizarse cada seis meses a partir de la primera aplicación (Carrique *et al.*, 2000).

## **2.6 Evaluación de sementales**

La importancia de pruebas de fertilidad en la ganadería del estado se debe a la existencia de sementales infértiles o sub-fértiles (Ruiz *et al.*, 2007), ya que la calidad genética no es sinónimo de fertilidad (Vaccaro, 1987; Ruiz, 2007). Como lo menciona (Mapletoft *et al*, 2015), la calidad seminal puede dar un giro repentino

dependiendo si un semental está pasando por, o recuperándose, de un proceso que afecta a la espermatogénesis. En la ganadería tropical entre 3 y 25% de los sementales no son aptos para la reproducción (Vaccaro, 1987), lo que conlleva un bajo porcentaje de preñez; y, por consiguiente, producción de carne (becerros) y leche que repercute en la economía del productor, ya que sus ingresos provienen de la venta de estos productos (Smith, 2003). Así, el ganadero trata de solucionar la baja fertilidad del hato aumentando el número de toros para obtener al menos un becerro por vaca al año (Carrillo, 1988).

La labor principal del toro es preñar el mayor número de hembras en un tiempo determinado; si éste falla se perderán en promedio 25 becerros (1:25) (Ruiz, 2007). Por tanto, además de observar una buena condición corporal y establecer una proporción adecuada en cuanto al número de vacas (1:25) es importante determinar las cualidades zootécnicas, el estado sanitario, normalidad anatómica (aplomos), libido, características del órgano (testículos y prepucio) y del semen de los toros (Bavera y Peñafort, 2005).

Los sementales *Bos indicus* tienen un desarrollo testicular menor y alcanzan la pubertad más tarde que *Bos taurus* (Galina y Arthur, 1991) y el potencial reproductivo, en condiciones tropicales, está influenciado por la edad, peso, medida de la circunferencia escrotal y características espermáticas (Espitia, Prieto y Cardozo, 2006).

La raza que mejor se adapte al medio será más eficiente en sobrevivencia y fertilidad; sin embargo, el productor utiliza criterios subjetivos (gusto) y el fenotipo para seleccionar sementales sin considerar parámetros reproductivos (Salamanca, 2008). El examen de fertilidad permite seleccionar a los toros fértiles y descartar aquellos no satisfactorios (Jacques, 2005), siendo necesario realizar esta evaluación periódicamente para identificar alteraciones en los toros que se encuentran en servicio y evitar así baja fertilidad (Palmieri *et al.*, 2004).

### 2.6.1 Termorregulación testicular

Existe un mecanismo por medio del cual los testículos se mantienen entre 4 y 6 grados centígrados por debajo de la temperatura corporal, siendo este un requerimiento para que se lleve a cabo la espermatogénesis en forma adecuada. El testículo logra esta baja temperatura por medio de cuatro sistemas:

- **Plexo pampiniforme:** Es la estructura vascular en la cual la arteria testicular y la vena se encuentran íntimamente relacionadas, permitiendo que la sangre arterial que viene con la temperatura corporal, sea enfriada por la menor temperatura que posee la sangre venosa que viene del testículo.
- **Músculo cremáster:** Es un músculo estriado que se continúa con el oblicuo abdominal interno. su contracción y relajación permanentes permite el control de la temperatura corporal, este ascenso y descenso generado por el músculo cremáster facilita la acción del sistema vascular por medio del plexo pampiniforme.
- **Túnica Dartos:** Este músculo liso que se encuentra debajo del escroto e íntimamente relacionado con las túnicas vaginales parietal y visceral, permite la difusión de temperatura hacia el exterior contribuyendo a la termorregulación.
- **Glándulas sudoríparas:** Se encuentran diseminadas a nivel de la piel y conectadas a través de ramas del sistema nervioso autónomo simpático. Al haber un aumento de la temperatura corporal o del escroto, el hipotálamo detecta estos cambios y se genera un arco reflejo que estimula la sudoración escrotal, la cual permite que disminuya la temperatura por evaporación.

Una inadecuada termorregulación que persista en el tiempo, puede dar lugar a alteraciones en las características del tejido testicular, especialmente en los túbulos seminíferos, que se conoce como degeneración testicular. Esta alteración

inicialmente se refleja en una inadecuada producción de espermatozoides tanto en cantidad como en motilidad y morfología normales; pero de persistir puede dar lugar a la ausencia de producción espermática y a una posterior atrofia testicular (Brito y Silva, 2004).

## 2.6.2 Factores que afectan la calidad seminal.

### A) Factores infecciosos:

- Hemoparásitos *Anaplasma spp.* y *Babesia spp.*: Aunado al daño que ocasionan los artrópodos hematófagos (garrapatas, moscas, mosquitos, tábanos) al alimentarse de la sangre del ganado, se encuentran los perjuicios que ocasionan las enfermedades transmitidas por las garrapatas, una de ellas, la anaplasmosis bovina, se presenta en el bovino como una anemia hemolítica extravascular derivada de la destrucción de una gran cantidad de glóbulos rojos infectados, por parte del propio sistema inmune del bovino en el período más crítico de la infección produciendo una marcada elevación de la temperatura que a su vez producirá daños a nivel de espermatogénesis y que finalmente se traducirá en una pobre concentración espermática, así como la aparición de anomalías primarias a causa del incremento de temperatura corporal. Igualmente, en el caso de babesiosis, causada por *Babesia bovis*, parásito que también infecta los eritrocitos del bovino y, con una susceptibilidad semejante en animales jóvenes, produce síntomas semejantes a la anaplasmosis, de modo que también afectara a la calidad seminal del semental.

Existen trabajos que reporten el efecto de la anaplasmosis y babesiosis sobre la reproducción. Un reporte describe el efecto de quimioterapia específica sobre las características seminales de ovinos infectados experimentalmente con *Anaplasma ovis* (Kumi *et al* 1988); los animales

infectados desarrollaron el cuadro clínico típico de la enfermedad, la cual es más severa en aquellos previamente esplenectomizados, con evidente deterioro de la calidad del semen. Los animales fueron tratados con tetraciclinas, recuperando la normalidad clínica dentro de las siete semanas siguientes al tratamiento, aunque sin restaurar su potencial reproductivo aún a las 25 semanas posteriores.

- *Trypanosoma vivax*: La tripanosomiasis es una enfermedad causada por un protozoo flagelado, que vive en la sangre fuera de los eritrocitos a diferencia de *Babesia* spp. y *Anaplasma* spp. que son organismos intraeritrocitarios. Esta enfermedad fue importada de África donde es transmitida por la mosca Tsetse (*Glossina* spp.). En el caso de los bovinos, el organismo de mayor ocurrencia es el *Trypanosoma vivax* (Otte *et al.*, 1994).

Existen estudios que reportan el efecto de las tripanosomiasis sobre la actividad reproductiva de bovinos y búfalos. Se ha señalado, al igual que en pequeños rumiantes, efectos sobre la calidad del semen y sobre el tiempo de erección en toros cebú. Además, se han evidenciado daños histopatológicos de testículos de toros infectados con cepas africanas de *T vivax* y *T congolense*, observándose cambios en los perfiles normales de hormonas tales como la luteinizante (LH) y la testosterona.

A partir del señalamiento que sugiere que las causas de los daños a la reproducción pueden originarse en el funcionamiento endocrino, mediante inmunohistoquímica se estudió la hipófisis y se midieron las hormonas LH, folículo estimulante (FSH) y testosterona en toros con edades de tres a seis años infectados con *T vivax* (Carvalho *et al.*, 1991). Aún cuando a nivel de hipófisis no se detectaron cambios estructurales importantes ni la presencia de parásitos o fracciones de los mismos, se determinó que el patrón de liberación de LH fue más rápido en los animales infectados,

sugiriendo que podrían estar modificados los mecanismos de liberación de la hormona LH.

Del mismo modo se verificaron cambios en la cantidad y frecuencia de liberación de testosterona. Esto último parece indicar que los daños pueden estar circunscritos a la propia gónada por una acción directa de los parásitos o de las sustancias que ellos producen o liberan. Se sabe que la presencia de *T vivax* tiene un efecto negativo sobre la calidad del semen en caprinos y bovinos, este efecto se refleja en la disminución de volumen, concentración, motilidad espermática y aumento de las atípicas o anormalidades.

B) Factores medioambientales: el estrés calórico, sumado a la humedad, impiden que los mecanismos termorreguladores del toro sean capaces de mantener un equilibrio que no afecte la calidad seminal (Chacon, 2001; Brito y Silva, 2002). Se ha reportado que la temperatura ambiental y la lluvia están correlacionadas positivamente con el porcentaje de anormalidades espermáticas tanto en *Bos indicus* como cruces con *Bos taurus* a una temperatura superior a los 31°C.

Para que el testículo logre mantener una temperatura ideal de 33 a 34.5°C, debe mantener una termorregulación testicular constante, siendo la temperatura ambiental ideal para ello entre 18 y 22°C, por tanto, el uso de aire acondicionado en centros de inseminación artificial, tanto en Norteamérica como en Europa, es una de las soluciones al impacto calórico, especialmente en el verano (Fuerst y Schwarzenbacher *et al.*, 2006).

El efecto de temperatura ambiental elevada sobre la calidad seminal ha sido determinado en muchos estudios. En un estudio dos toros Guernsey fueron expuestos a 37 °C y 81% de humedad relativa por 12 horas durante 17 días consecutivos, aproximadamente de 30 a 40% de los espermatozoides fueron morfológicamente anormales (sobre todo colas enrolladas y cabezas sueltas) y el número total de espermatozoides, la concentración espermática y la

motilidad disminuyen profundamente (Kastelic *et al.*, 2000). En otro estudio, las temperaturas ambientales de 40 °C con una humedad relativa de 35 a 45% por 12 horas, redujeron la calidad de semen. Los toros *Bos taurus* son más susceptibles a las altas temperaturas ambientales que los toros *Bos indicus*. Después de la exposición a altas temperaturas ambientales, la disminución en la calidad de semen fue menos severa, ocurrió más tardíamente y se recuperó más rápidamente en toros cruzados (*Bos taurus x Bos indicus*) que en toros *Bos taurus* puros (Wildeus *et al.*, 1983).

C) Razas: La explicación de por qué un toro *Bos taurus* disminuye su fertilidad comparado con un toro *Bos indicus* cuando se encuentra en condiciones tropicales se entiende en el hecho de presentar un alto índice de estrés oxidativo. Este ocurre a nivel intra testicular y dará lugar a una inadecuada calidad del semen una vez se obtenga un eyaculado tanto por monta directa o por colecta (Nichi y Bois, 2006).

D) Edad: En general, las razas de *Bos taurus* son más precoces en desarrollo sexual y, por tanto, su calidad seminal en animales menores de dos años es mejor en cuanto a motilidad, morfología y concentración. La alta prevalencia de gotas citoplasmáticas proximales en toros cebú Brahman de dos años de edad puede ser el resultado de inmadurez sexual de este tipo de razas comparadas a las *Bos indicus* bajo condiciones tropicales (Chacon, 2001). Los toros mayores, generalmente de más de 10 años de edad, presentan lesiones fibróticas en los testículos, lo cual se traduce en una mala calidad espermática, especialmente en elevados porcentajes de morfología anormal y en disminución de la concentración. Una de las posibles explicaciones de esta fibrosis para toros criados en condiciones de trópico es la distensión testicular y escrotal como componente del mecanismo de termorregulación, generando un trauma permanente a nivel del parénquima testicular (Angarita, 2000).

E) Nutricionales: La nutrición es un aspecto fundamental en el inicio de la pubertad y en el transcurrir de la vida reproductiva del toro. Tanto los excesos como los defectos en la dieta se pueden ver reflejados en la calidad del semen a nivel de los espermatozoides y del plasma seminal. Está comprobado que la calidad del alimento es un factor importante que contribuye al desarrollo de la pubertad y a la formación espermática durante su vida productiva. Los animales que reciben dietas balanceadas van a ser más precoces que individuos que se consideran sub-alimentados.

Dietas balanceadas con pastos ricos en energía, y un adecuado porcentaje de proteína, son benéficas en el inicio de la pubertad, ya que favorecen un desarrollo testicular más rápido, especialmente durante edades entre 10 y 15 meses. Por otra parte, la desnutrición tiende a atrasar el inicio de la pubertad, así como las dietas no balanceadas por exceso (sobre acondicionamientos), llevando incluso a alteraciones irreversibles en los toros, tanto a nivel físico como de calidad espermática. Efectos indirectos de sobrealimentación como obesidad y problemas de pezuñas y patas también pueden contribuir a una menor libido (Chenoweth y Chase, 2000).

### 3 MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Localización del área de estudio

El presente estudio se llevó a cabo en el municipio de Aldama, que se ubica en la porción sureste del estado de Tamaulipas. Su extensión territorial es de 3,671.78 kilómetros cuadrados, que representa el 4.57 por ciento del total del Estado (Figura 8), se encuentra a una altura de 90 metros sobre el nivel del mar, la temperatura oscila entre los 18 a 26°C, la precipitación pluvial está dentro del rango de 900 - 1100 mm, el clima que predomina es Semicálido subhúmedo (INEGI, 2015). El municipio es considerado el primer productor de ganado en el estado. (SAGARPA, 2011).



Figura 8. Municipio de Aldama, lugar donde se desarrolló el estudio.

El municipio de Aldama Tamaulipas se localiza entre los paralelos 22°55'09" latitud Norte y 98°04'22" longitud Oeste. Limita al Norte con el municipio de Soto La

Marina; al Sur con Altamira, al Oeste con los municipios de Casas y González, y al Este con el Golfo de México.

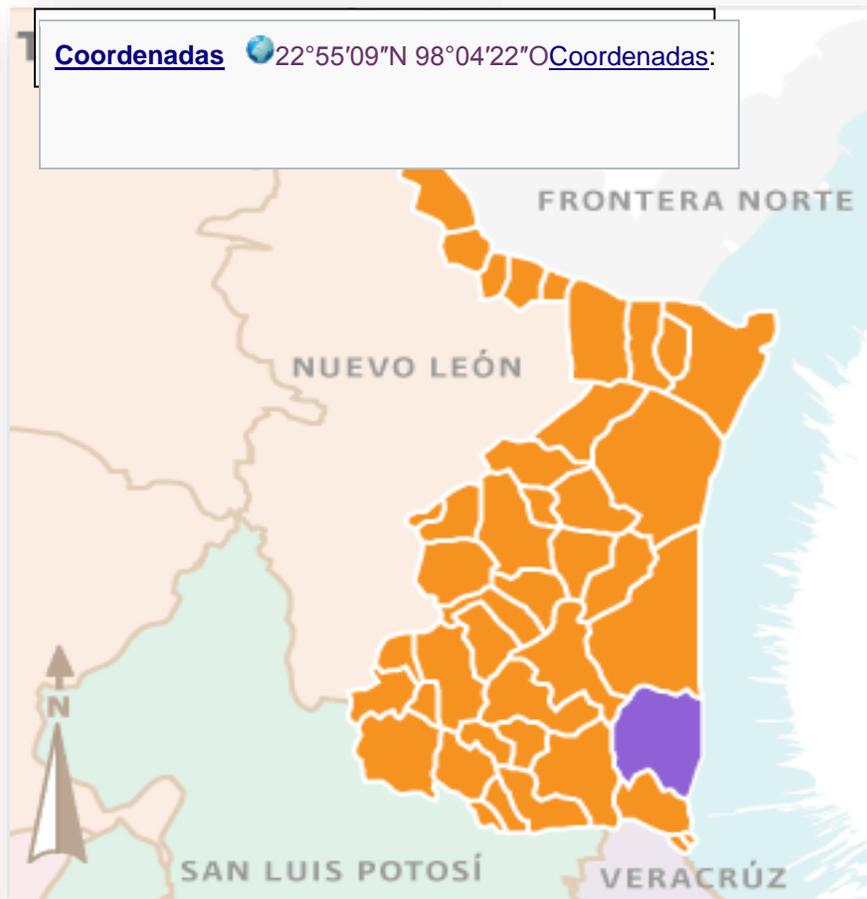


Figura 9. Coordenadas del lugar de estudio.

### 3.2 Materiales y equipo

#### 3.2.1 Material para la evaluación

- Tubos vacutainers con anticoagulante (Tapón morado)
- Agujas para vacutainers

- Porta objetos
- Cubre objetos
- Cinta métrica (Testímetro)
- Guantes de palpación
- Guantes de látex
- Tijeras
- Jeringas 1, 5,10 y 20 ml
- Toallas absorbentes

### **3.2.2 Reactivos**

- Tinción Eosina-nigrosina
- Tinción Giemsa
- Agua
- Agua destilada
- Alcohol metílico

### **3.2.3 Equipo para la evaluación**

- Electroeyaculador
- Microscopio
- Cono colector de semen
- Cámara de Neubauer
- Funda del cono colector
- Termómetro rectal y de precisión digital.

### **3.3 Descripción del método utilizado**

El presente trabajo consistió primeramente en realizar una encuesta sobre las características del rancho, para la cual el propietario proporcionó información de los animales y las prácticas de manejo, así como las condiciones en las que se encuentran, de este modo se identificaron los factores de riesgo para conocer el estatus sanitario reproductivo del hato, así como el manejo que se le da al mismo.

Todos los animales fueron identificados con arete Sistema Nacional de Identificación Individual de Ganado (SINIIGA) o bien con los aretes de campaña de Tuberculosis y Brucelosis bovina, con el fin para dar seguimiento a su capacidad reproductiva y su estado sanitario. La captura de datos se realizó en el lugar de la evaluación con encuestas ya formuladas para registrar la información para su conservación y análisis.

Los toros fueron evaluados en su capacidad reproductiva sin reposo sexual mediante el examen del aparato reproductor y de características del eyaculado, evaluando un total de 93 ejemplares en un periodo comprendido de Abril 2015 a Marzo 2016, estas pruebas se hicieron a sementales que se utilizan en monta continua, del mismo modo se recolectó una muestra de sangre para realizar el diagnóstico de hemoparásitos.

Los sementales con capacidad reproductiva deficiente o nula fueron medicados de acuerdo al parásito identificado y reevaluados a los 60 días posteriores para determinar el progreso del estado reproductivo y clínico después de la primera evaluación. Los datos obtenidos de los toros que se evaluaron se organizaron de acuerdo a las características raciales a las que pertenecen y se les denominó grupos.

### 3.3.1 Grupos

Los grupos que se evaluaron fueron los siguientes; *B. taurus*, *B. indicus* y *B. taurus x B. indicus*.

En la primera etapa se determinó la proporción de toros de los diferentes grupos que se encuentran actualmente en servicio a monta natural y sin reposo sexual en las explotaciones, ranchos o hatos bovinos.

En una segunda etapa se evaluó el comportamiento reproductivo y viabilidad espermática de los toros de cada grupo.

Y por último, en la tercera etapa se llevó a cabo el diagnóstico de hemoparásitos, determinando el número de toros infestados y relación con el potencial reproductivo.

Las evaluaciones tanto de la toma de muestra, valoración seminal y análisis sanguíneos fueron realizadas por un solo técnico y corresponden a un momento único de la evaluación.

### 3.3.2 Variables a evaluar

Estas serán: Especie *B. taurus*, *B. indicus* y sus cruzas *B. taurus* con *B. indicus*, Edad, Circunferencia escrotal, Condición corporal, Volumen de eyaculado, Aspecto, Color, Motilidad en masa, Motilidad individual, Concentración espermática, Anormalidades, Observaciones y Diagnóstico de hemoparásitos.

- **Especie y raza:** Se determinó de acuerdo al tipo genético del animal.
- **Edad:** Se determinó en meses y de acuerdo a la información proporcionada por el productor.

- **Circunferencia escrotal (CE):** Se midió con una cinta métrica (testímetro) tomando la lectura en la parte más ancha del escroto, ejerciendo una leve presión para el descenso de los testículos, (Figura 10).



Figura 10. Toma de la medida de la Circunferencia Escrotal.

- **Condición corporal (CC):** Se evaluó por apreciación visual, en escala de uno a ocho (1 = muy flaco, 8 = obeso). De acuerdo con la tabla elaborada por Herd y Sprott, 1986, que se muestra en la Figura 11.



Figura 11. Escala de condición corporal según Herd y Sprott, 1986.

### 3.3.3 Características macroscópicas del semen:

La recolección del semen se realizó con electroeyaculador (MINITUBE e320), introduciendo vía rectal una sonda de 2.5" para toros previamente lubricada, colocándola sobre las glándulas accesorias y aplicando una corriente de bajo voltaje, la cual será aumentada gradualmente hasta obtener el semen. (Evans y Maxwell 1987, Cueto *et al.* 1993). La evaluación macroscópica del semen incluirá:

**Volumen (VOL):** Para medir el volumen se utilizó un tubo de fondo cónico graduado de 15 ml.

- **Aspecto:** El semen muy concentrado se calificó como denso y el muy diluido como acuoso.
- **Color:** Este varío desde blanco, cremoso, amarillo y verde limón (figura 12) y se registra la presencia de sangre, pus y tonalidades fuera de lo normal (Evans y Maxwell 1987, Cueto *et al.* 1993, Vera y Muñoz 2005, Vilanova y Ballarales 2005, Medina *et al.* 2007, Ruiz *et al.* 2007) citados por Ruiz *et al.* 2010.



Figura 12. Visualización del volumen, aspecto y color del eyaculado.

### 3.3.4 Características microscópicas del semen

- **Motilidad masal (MM):** Se determinó al observar una gota de semen sobrepuesta en un portaobjeto al microscopio usando un objetivo de 10 X, luego 20 X y por último 40 X a una temperatura de 37 °C, utilizando una placa térmica, visualizando un modelo de ondas o de movimiento de remolino (Ruiz *et al.* 2007); posteriormente se le asignó un porcentaje de acuerdo con el movimiento ejercido por el conjunto de células espermáticas basado en la escala del Cuadro 4.

**CUADRO: 4.** Escala basada en el porcentaje de células móviles y criterio evaluativo, Según Cueto et al (1993), Vera y Muñoz (2005), Ruiz et al (2007)

VALOR DESCRIPTIVO	ASPECTO DEL MODELO	% CÉLULAS MÓVILES	CRITERIO EVALUATIVO
Muy buena	Movimiento en ondas vigorosas y en remolinos rápidos	80-90%	++++
Buena	Remolinos y ondas más lentas	60-80%	+++
Regular	Sin remolinos, pero con oscilaciones generalizadas	40-60%	++
Mala	Escasa o ninguna motilidad	0-40%	+ o -

- **Motilidad individual (MI):** Se determinó al observar una gota de semen mezclado con una solución de citrato de sodio al 2.9% en un portaobjeto, colocado en una placa térmica a 37 °C, se colocó el cubre objeto y se llevó al microscopio para su observación con objetivos 20 X y 40 X, el estudio se basó en la velocidad con que se desplaza un espermatozoide detectado en forma individual y de manera rectilínea, la motilidad fue comparado con una escala de puntuación (Medina *et al.* 2007). Ver Cuadro 5.

**CUADRO: 5.** Escala de medición de Motilidad Individual basada en el porcentaje de células móviles individuales según Salisbury (1987), Hafez (1989) y Barth (2000).

VALOR DESCRIPTIVO	% CÉLULAS MÓVILES
Muy buena	80-100% de células móviles
Buena	60-79% de células móviles
Regular	40-59% de células móviles
Mala	Menos de 40% de células móviles

- **Concentración espermática (CESP):** Se tomó una muestra de semen por aspiración con una pipeta hematológica hasta la medición de 0.5 ml, luego se introdujo la punta de la pipeta en solución de eosina-nigrosina hasta la marca de 1.0 ml. Se cubrieron los extremos y se agito suavemente con movimiento de muñeca durante dos minutos, se eliminó tres gotas del contenido de la pipeta e inmediatamente se colocó la punta de esta entre la cámara de Neubauer y el cubre objeto con el fin de introducir el líquido por osmosis hacia los cuadrantes de la cámara, posteriormente se llevó al microscopio para ser observado con el objetivo de 40 X y se realizó el conteo de las células espermáticas únicamente en cinco cuadrantes de la cámara. Para expresar la concentración de células espermáticas por mililitro de semen, el total de células se multiplico por  $10^7$  (Evans y Maxwell 1987, Cueto *et al.* 1993, Vera y Muñoz 2005, Vilanova y Ballarales 2005, Medina *et al.* 2007, Ruiz *et al.* 2007).
- **Morfología espermática (Anormalidades):** Para su evaluación se colocó una gota de tinción Eosina-nigrosina en un portaobjeto, dentro de ésta se plantó una pequeña gota de semen, utilizando otro portaobjeto se realizó el frotis como se observa en la Figura 13, se esperó durante cinco minutos para que se fijen los espermatozoides y luego se observó al microscopio con el objetivo de 100 X y se determinó el porcentaje de anormalidades primarias y secundarias, según descritas por Cueto *et al.* 1993, Vera y Muñoz 2005, Vilanova y Ballarales 2005, Medina *et al.* 2007, Ruiz *et al.* 2007).

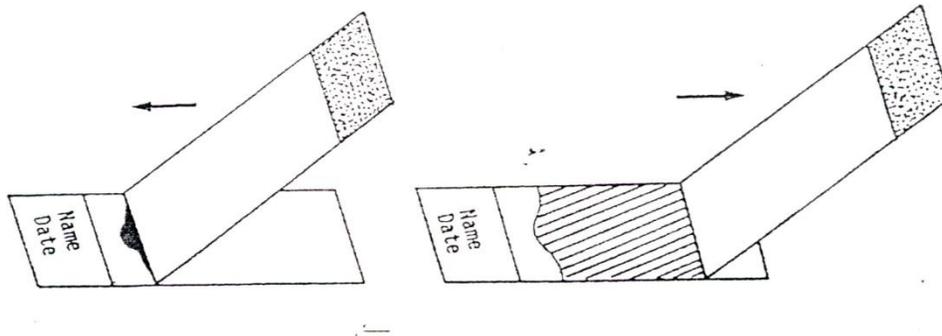


Figura 13. Método de coloración de una muestra de semen usando eosina nigrosina. (Barth, 1989).

### 3.3.5 Diagnóstico de hemoparásitos

El método a emplear es mediante punción y extracción de sangre de vasos sanguíneos coccígeos (Figura 14), antes se realizó desinfección con alcohol y algodón, del área donde se efectuó la punción para la muestra se utilizó vacutainers con anticoagulante EDTA (*sales sódicas y potásicas del Ácido Etileno Diamino Tetracético*) en una proporción de 0.5 ml de EDTA para 5 ml de sangre con sus respectivas agujas y émbolos. Una vez obtenida las muestra sanguínea se procedió a mezclar suavemente en forma homogénea para evitar la formación de coágulos, con la ayuda de un marcador permanente se rotuló el tubo para la debida identificación de la muestra, seguidamente se colocó en una gradilla porta tubos y esta a su vez en una hielera para su refrigeración. (Almazán, 2000) Este procedimiento se efectuó para cada animal muestreado.

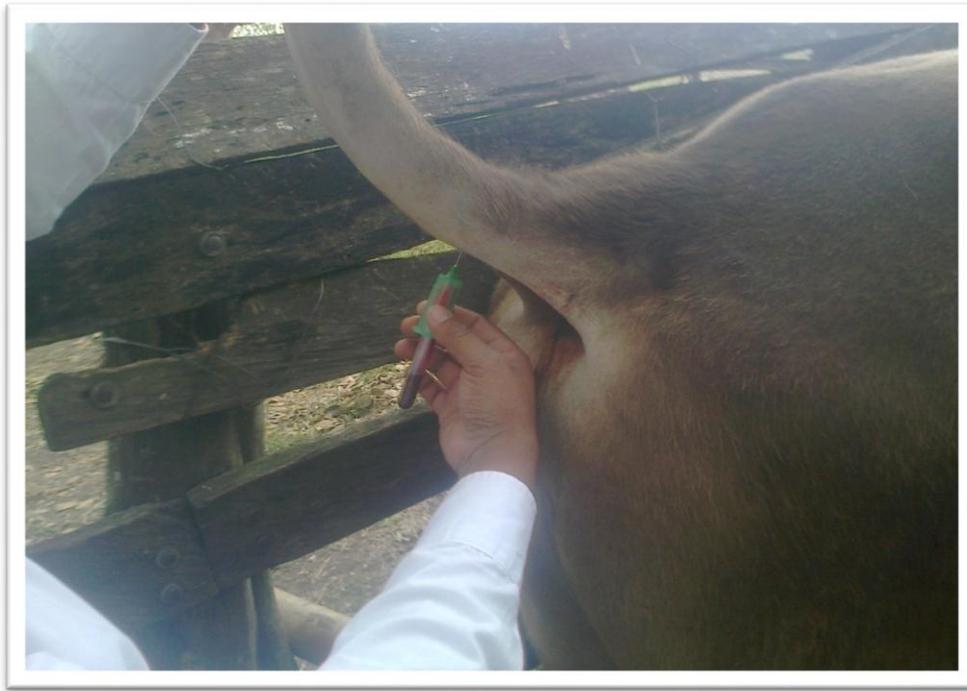


Figura 14. . Toma de muestra sanguínea de vaso coccígeo.

### 3.3.5.1 Preparación del extendido o frotis

Para el proceso se usaron láminas portaobjetos y cubreobjetos previamente desinfectados para el cual se siguió la siguiente técnica citada por Almazán, (2000) y por Coffin, (1987) ver figura 13 y 15.

- Se colocó una pequeña gota de sangre en uno de los bordes del portaobjetos
- Seguidamente con la utilización del cubreobjetos sobre el portaobjetos se deslizó en un ángulo o inclinación de 45, en el mismo punto donde se encontrara la gota de sangre.
- Dejar que la gota se extienda por capilaridad, a lo largo del extremo del porta extensor que toca el porta soporte.

- Se deslizó el cubreobjetos, apoyando suavemente de manera que la sangre se extienda en una capa delgada y uniforme, por detrás del cubreobjetos. Lo esencial es hacer correr el cubreobjetos sin detener.
- Se secó rápidamente el preparado agitando el portaobjeto en el aire. Esta operación deberá efectuarse rápidamente para la buena conservación de la forma de hematíes y parásitos.
- Se rotuló la lámina con la información del animal, esto para llevar un control y saber identificar el frotis de cada uno.

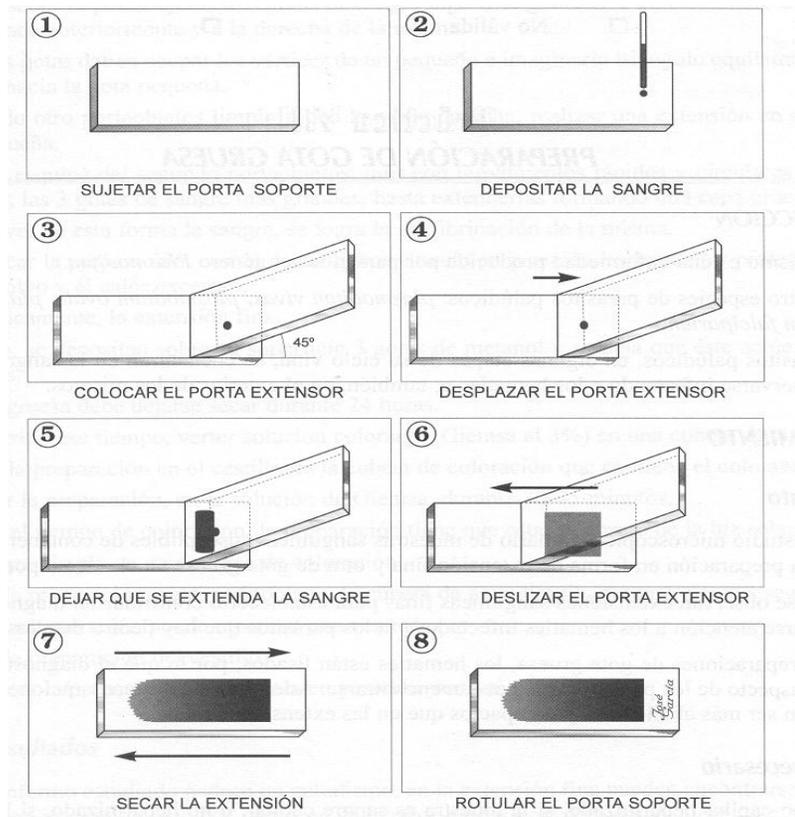


Figura 15. Preparación del extendido o frotis

### 3.3.5.2 Método de coloración Giemsa

Técnica citada por Almazán, 2000 y Coffin, 1987.

1. Se mezcló 5 ml de agua destilada, más 32 gotas de solución madre de Giemsa.
2. Se agregó esta solución sobre el portaobjetos hasta cubrirlo por completo y dejar actuar durante 12 minutos.
3. Posteriormente el frotis se enjuagó rápidamente con agua destilada para evitar la precipitación del colorante.
4. Finalmente se procedió a secar y observar al microscopio compuesto con el objetivo de inmersión 100X (figura 16).
- 5.

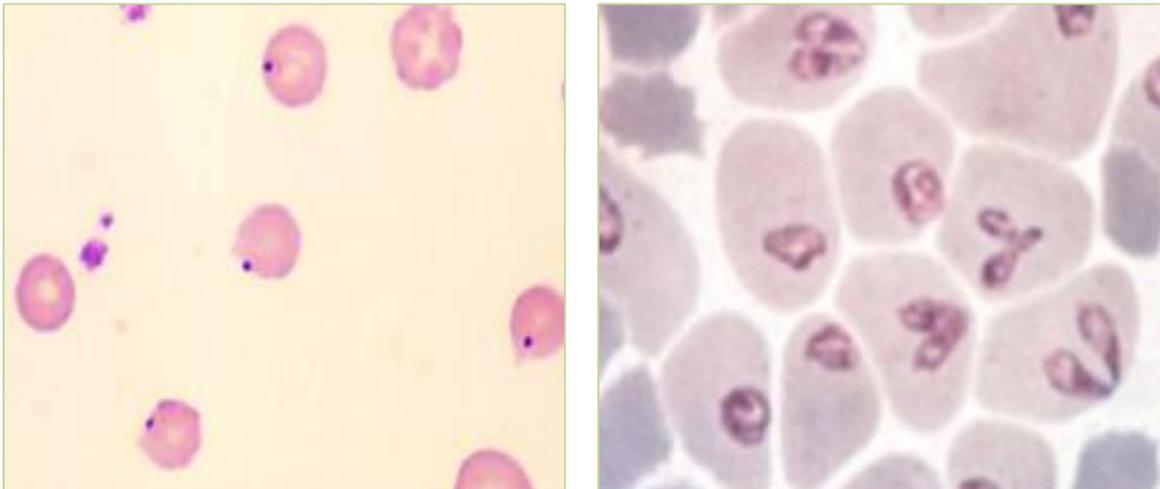


Figura 16. Diferenciación de Anaplasma marginale (izquierda) y Babesia bigemina (derecha).

### 3.4 Recolección de datos

La recolección de datos se llevó a cabo en el lugar de cada una de las diferentes Unidades de Producción Pecuaria (UPP) donde se realizó la evaluación

seminal, organizando la información en un cuestionario estructurado para cada semental evaluado, para posteriormente analizarlos.

### **3.4.1 Identificación geográfica de las aéreas de frecuencia de hemoparásitos**

En cada uno de los predios, que se incluyen en el estudio, se obtuvieron las coordenadas geográficas de las Unidades de Producción Pecuaria (UPP), muestreadas de manera directa utilizando el paquete de internet Google Earth cuando la localización del hato no se pudo realizar manualmente o no se encuentra en la base de datos del INEGI.

Los hemoparásitos tienen una amplia distribución, sin embargo, en las regiones tropicales y subtropicales adquiere su mayor importancia (Ristic 1981). En México es principalmente endémica en la península de Yucatán, en toda la región costera del Golfo de México, parte de la costa del Pacífico y el sur de la península de California; con menor frecuencia se encuentra en la región centro de la república y muy rara en la región semiárida del norte del país (Fragoso, 1991, Figueroa *et al.*, 1993; Cossío-Bayúgar *et al.*, 1997)

En las zonas endémicas de México la prevalencia es similar y estable durante el año entre grupo etario y condición reproductiva; con base en estudios serológicos y moleculares se ha estimado que la prevalencia oscila entre 50% y 70 % (Barajas *et al.*, 1993; Fragoso, 1991; Figueroa *et al.*, 1993; Cossío-Bayúgar *et al.*, 1997).

Rumiantes silvestres de vida libre en el norte de México han mostrado seropositividad a la rickettsia, constituyendo un importante reservorio. En particular un estudio en venados de cola blanca mostró una prevalencia del 65% a *A. marginale* (Martinez *et al.*, 1999). A continuación se muestra en la figura 17 la identificación de la prevalencia en la zona de estudio.

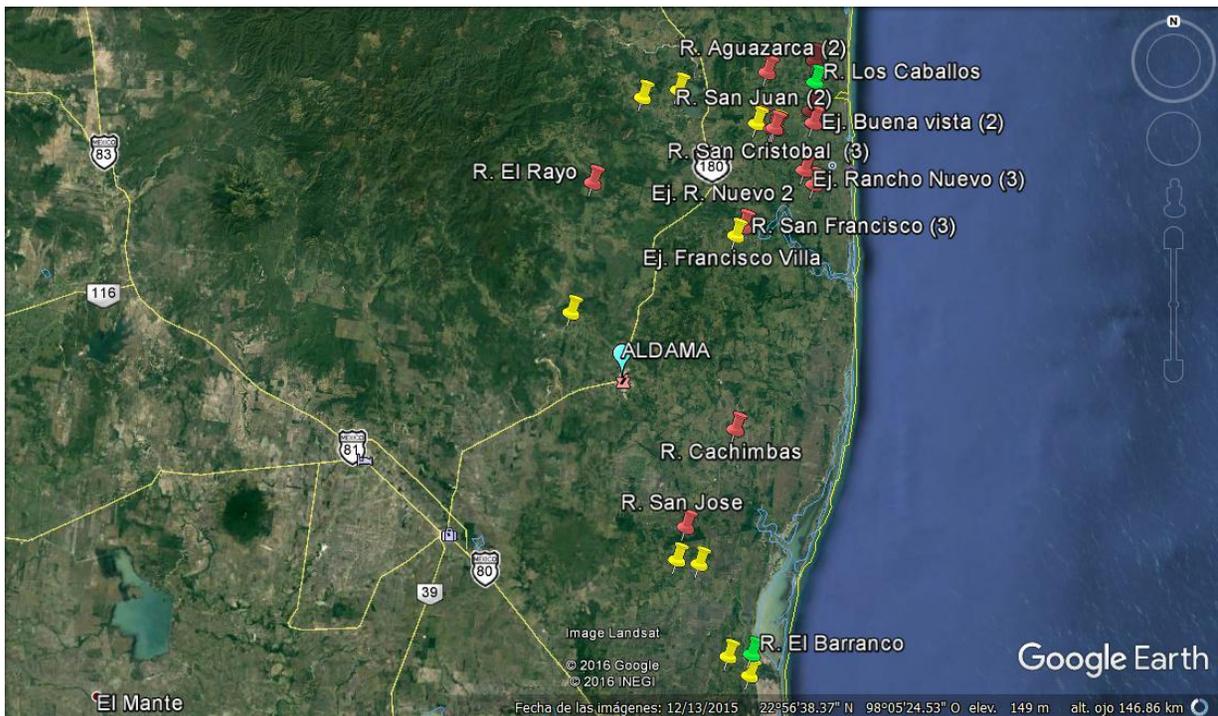


Figura 17. Identificación geográfica de las áreas de prevalencia de hemoparásitos.

### 3.5 Esquema de análisis estadístico

Se realizó un análisis de prueba de normalidad Shapiro-Wilk para cada una de las variables dentro de cada grupo. Las que fueron normales se analizaron con estadística paramétrica y las que no fueron normales, se analizaron con estadística no paramétrica. Posteriormente se analizaron y formularon cuadros de los resultados para ponerlos a discusión.

Referente a los toros diagnosticados positivos a hemoparásitos se reevaluaron a los 60 días posteriores y los datos fueron analizados con pruebas no paramétrica, se hizo en análisis estadístico utilizando el modelo de prueba de Wilcoxon para un antes y después.

## 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En seguida se presentan los resultados obtenidos de las variables evaluadas de 93 sementales. Dentro del grupo *Bos taurus*, se evaluaron sementales de las razas Suizo europeo (9), Simmental (7), Charolais (4), Limousine (6) y Angus negro (1); del Grupo *Bos indicus*, se evaluaron sementales de la razas Brahman (13), Nelore (4) y Guzerat (5), finalmente del Grupo *Bos taurus X Bos indicus* Simbrah (18), Brangus (9), Beefmaster (13) y Charbray (4).

Para el análisis de los resultados se realizó comparaciones de variables que a continuación se muestran.

### **Comparación de variables negativas contra positivas al inicio de cada grupo racial.**

Se realizó la prueba de normalidad para cada una de las variables dentro de cada grupo, determinando que la mayoría de estas son no normales, por lo tanto se decide utilizar las pruebas no paramétricas de Mann-Whitney para todas las variables en estudio.

**Grupo 1: *Bos taurus*.** En el Cuadro 6, se muestran los valores que se obtuvieron a partir de los datos analizados del primer grupo evaluado que correspondieron a sementales de las razas europeas tales como: Suizo europeo, Simmental, Charoláis y Angus negro.

Se observó que para la variable circunferencia escrotal (CE), y para la variable volumen (Vol), no hay significancia, de modo que los sementales no tienen diferencia significativa en cuanto al volumen del eyaculado y el diámetro escrotal, por otro lado, si se encontró diferencia significativa en el resto de las variables, por lo tanto se debe mencionar que la mayoría de las variables se ven afectadas a causa de los hemoparásitos presentes en los sementales.

**CUADRO: 6.** COMPARACIÓN DE VARIABLES ANALIZADAS CON LA PRUEBA NO PARAMÉTRICA DE MANN-WHITNEY PARA VARIABLES NEGATIVOS CONTRA POSITIVOS AL INICIO EN EL TRATAMIENTO BOS TAURUS.

Estadísticos de contraste <sup>a</sup>										
Variables	Edad	CC	CE	Vol	Temp	MM	MI	Conc	Anorm	DXHemo
U de Mann-Whitney	.000	4.000	7.500	4.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
W de Wilcoxon	15.000	19.000	22.500	19.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
Z	-2.611	-2.032	-1.085	-1.820	-2.611	-2.619	-2.627	-2.611	-2.627	-2.805
Sig. asintót. (bilateral)	.009	.042	.278	.069	.009	.009	.009	.009	.009	.005
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	.008 <sup>b</sup>	.095 <sup>b</sup>	.310 <sup>b</sup>	.095 <sup>b</sup>	.008 <sup>b</sup>					

a. Variable de agrupación: Diag

b. No corregidos para los empates.

**Grupo 2: Bos indicus.** En este grupo se analizaron datos de ejemplares de la raza Brahman, Nelore y Guzerat como se expresa en el Cuadro 7.

**CUADRO: 7.** CUADRO 7. COMPARACIÓN DE VARIABLES ANALIZADAS CON LA PRUEBA NO PARAMÉTRICA DE MANN-WHITNEY PARA VARIABLES NEGATIVOS CONTRA POSITIVOS AL INICIO EN EL TRATAMIENTO BOS INDICUS.

Estadísticos de contraste <sup>a</sup>										
Variables	Edad	CC	CE	Vol	Temp	MM	MI	Conc	Anorm	DXHemo
U de Mann-Whitney	5.500	4.000	5.000	2.000	.000	.000	.000	4.000	1.000	.000
W de Wilcoxon	15.500	14.000	15.000	12.000	10.000	10.000	10.000	14.000	11.000	10.000
Z	-.726	-1.323	-.949	-1.764	-2.323	-2.309	-2.309	-1.155	-2.071	-2.460
Sig. asintót. (bilateral)	.468	.186	.343	.078	.020	.021	.021	.248	.038	.014
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	.486 <sup>b</sup>	.343 <sup>b</sup>	.486 <sup>b</sup>	.114 <sup>b</sup>	.029 <sup>b</sup>	.029 <sup>b</sup>	.029 <sup>b</sup>	.343 <sup>b</sup>	.057 <sup>b</sup>	.029 <sup>b</sup>

a. Variable de agrupación: Diag

b. No corregidos para los empates.

De acuerdo al cuadro anterior, se observa que para la variable Condición Corporal (**CC**), Circunferencia Escrotal (**CE**), Volumen (**Vol**), Concentración Espermática (**Conces**) y Anormalidades (**Anorm**), no se registró significancia, de modo que en los sementales no existe diferencia significativa en estas variables, entendiéndose que estas no se ven drásticamente afectadas, aun estando infestados por hemoparásitos. Sin embargo, las demás variables, tales como la Temperatura (**Temp**), Motilidad Masal (**MM**), Motilidad Individual (**MI**) y Diagnóstico de Hemoparásitos (**DxHemo**), se encontró diferencia significativa traduciéndose estas en un problema serio en cuanto a la calidad seminal baja debido al incremento considerable de temperatura, lo que conllevará a una baja Motilidad masal e individual, y que finalmente recaerá en una pobre Concentración espermática., como lo menciona (Mapleloft *et al* 2015).

**Grupo 3: *Bos taurus* X *Bos indicus*.** En este grupo se analizaron los datos de ejemplares evaluados de las razas sintéticas como lo son: Simbrah, Brangus, Charbray y Beefmaster, (cuadro 8).

**CUADRO: 8. COMPARACIÓN DE VARIABLES ANALIZADAS CON LA PRUEBA NO PARAMÉTRICA DE MANN-WHITNEY PARA VARIABLES NEGATIVOS CONTRA POSITIVOS AL INICIO EN EL TRATAMIENTO BOS TAURUS X BOS INDICUS.**

Estadísticos de contraste <sup>a</sup>										
Variables	Edad	CC	CE	Vol	Temp	MM	MI	Conc	Anorm	DXHemo
U de Mann-Whitney	10.500	7.500	7.500	12.000	.500	.000	4.500	.000	.000	.000
W de Wilcoxon	25.500	22.500	22.500	27.000	15.500	15.000	19.500	15.000	15.000	15.000
Z	-.422	-1.195	-1.081	-.106	-2.522	-2.627	-1.681	-2.619	-2.660	-2.805
Sig. asintót. (bilateral)	.673	.232	.280	.915	.012	.009	.093	.009	.008	.005
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	.690 <sup>b</sup>	.310 <sup>b</sup>	.310 <sup>b</sup>	1.000 <sup>b</sup>	.008 <sup>b</sup>	.008 <sup>b</sup>	.095 <sup>b</sup>	.008 <sup>b</sup>	.008 <sup>b</sup>	.008 <sup>b</sup>

a. Variable de agrupación: Diag

b. No corregidos para los empates.

De acuerdo al cuadro anterior, se observa que para la variable condición corporal (**CC**), circunferencia escrotal (**CE**), volumen (**Vol**), y Motilidad Individual (**MI**), no se registró significancia, de modo que los toros no tienen diferencia significativa en estas variables, entendiéndose que estas no se ven afectadas, asumiendo que probablemente el diagnóstico positivo de la enfermedad se realizó tempranamente de modo que los efectos en la calidad espermática no se reflejan rápidamente, por otro lado, las variables que se vieron afectadas a causa de la presencia de hemoparásitos, tales como la Temperatura (**Temp**), Motilidad Masal (**MM**), Concentración espermática (**Conces**), Anormalidades (**Anorm**) y Diagnóstico de Hemoparásitos (**DxHemo**), mostraron diferencia significativa, de manera que esta cruce resulta ser más resistente a los efectos de los hemoparásitos pero de igual forma es afectada cuando los sementales no se atienden en tiempo y forma con el tratamiento adecuado, debiendo de controlar inmediatamente el incremento de la fiebre para que este no se vea reflejado en una baja motilidad masal, terminando con una baja concentración espermática, este hecho se confirma con la investigación de Austin *et al.*, 1961, donde menciona que la acción negativa de las altas temperaturas corporales sobre la calidad espermática en toros se refleja en baja motilidad y en consecuencia una deficiente calidad espermática.

### **Comparación de variables para sementales positivos a hemoparásitos y reevaluados 60 días posteriores.**

Con los datos obtenidos de las reevaluaciones de los toros diagnosticados positivos a hemoparásitos se realizó la prueba de signo de Wilcoxon para antes y después para cada una de las variables, esto se realizó para los tres tratamientos, encontrándose la siguiente información.

Comparación de variables analizadas con la prueba de signo de Wilcoxon para antes y después de los toros reevaluados. En el Cuadro 8 se analizaron los datos de sementales evaluados que al inicio resultaron positivos a hemoparásitos,

por lo tanto se reevaluaron a 60 días posteriores a la primera evaluación con el objetivo de monitorear el efecto de la enfermedad y daños causados (cuadro 9).

**CUADRO: 9.** COMPARACIÓN DE VARIABLES ANALIZADAS CON LA PRUEBA DE SIGNO DE WILCOXON PARA ANTES Y DESPUÉS DE LOS TOROS REEVALUADOS.

← Variables (día 60) →

	C.C.	C.E.	VOL.	TEMP.	M.M.	M.I.	CONCES.	ANOR.	Dx. HEMO.
C.C.	0.031 NS								
C.E.		0.010 *							
VOL.			0.009 **						
TEMP.				0.001 *					
M.M.					0.001 *				
M.I.						0.001 *			
CONCES.							0.001 *		
ANOR.								0.001 *	
Dx. HEMO.									0.001 *

En este caso tenemos lo siguiente:

En el cuadro No. 8 se observó que para la Condición Corporal (**C.C.**) no hay significancia (4.42, 4.60) de modo que los toros no representaron cambios significativos en cuanto a la condición corporal que presentaban a la primera

evaluación y 60 días posteriores a la realización de la segunda evaluación, pero si se encontró significancia en todas las demás variables. Por lo tanto se puede decir que la Circunferencia Escrotal (**C.E.**) se observó un ligero incremento (36.14, 36.51) este resultado se asume a que los toros infestados con hemoparásitos tienden a incrementar su temperatura corporal, así como también su temperatura escrotal, de tal modo que la piel que recubre al testículo tiende a ser más laxo para alejarlo lo más posible del resto del cuerpo y como resultado crear un área extensa para que el calor se disipe con más facilidad, esto explica que a los 60 días posteriores el testículo está recuperado en cuanto a su textura y posición normal. El Volumen (**Vol.**) del eyaculado se observó un incremento altamente significativo (3.85, 5.18), confirmándose que animales con hemoparásitos disminuye considerablemente su volumen del eyaculado; para la variable Temperatura (**Temp.**) se observó de igual forma una significancia, de tal modo que los animales positivos a hemoparásitos mostraban una alta temperatura corporal y sometiéndolos a un tratamiento específico y reevaluados a los 60 días posteriores mostraron cambios positivos a la disminución de temperatura (39.58, 38.45); para la Motilidad en Masa (**M.M.**) se observó un incremento significativo de la Motilidad de la primera evaluación a la segunda evaluación correspondiente a los 60 días posteriores (45.78, 58.92); para la variable Motilidad Individual (**M.I.**) se observó un incremento considerable a la reevaluación (43.07, 56.50) este resultado se confirma con Austin *et al.*, 1961, donde menciona que la acción negativa de las altas temperaturas corporales sobre la calidad espermática en toros, se manifiesta por una baja motilidad e incremento en el número de anormalidades espermáticas; para la Concentración Espermática (**Conces.**) se registró una alta significancia, de modo que a la segunda reevaluación, la concentración mejoró considerablemente (290, 409), esta mejoría se asume a las recuperación de las condiciones del semental, repercutiendo ésta en una eficiente espermatogénesis; para la variable Anormalidades (**Anorm.**) se observó una diferencia significativa a la reevaluación a los 60 días (32.92, 15.64), de modo que la mayoría de los sementales mostraban anormalidades primarias representadas en espermatozoides con cabezas defectuosas; En estudios realizados en Venezuela se

ha demostrado que existe una relación significativa entre características seminales y el ambiente (Valle *et al.*, 2005). Las temperaturas elevadas disminuyen la concentración, reducen la motilidad y aumenta el número de alteraciones de los espermatozoides; finalmente para la variable Diagnóstico de Hemoparásitos (**Dx. Hemo.**) se observó una diferencia significativa de la primera evaluación a la segunda reevaluación (28.14, 0.71) este resultado se debe al empleo de fármacos y dosificaciones específicas para contrarrestar a los hemoparásitos presentes en los sementales evaluados, registrándose un mínimo porcentaje de parasitemia presente en sangre a los 60 días posteriores.

### **Comparación de variables negativas a hemoparásitos al inicio contra las negativas al final del diagnóstico.**

Se realizó la prueba de normalidad para cada una de las variables dentro de cada grupo, obteniendo únicamente la variable Volumen como normal y el resto como no normales, por lo tanto se decide utilizar las pruebas no paramétricas de Mann y Whitney para todas las variables, obteniendo la siguiente información en el cuadro 10.

CUADRO: 10. COMPARACIÓN DE VARIABLES ANALIZADAS CON LA PRUEBA NO PARAMÉTRICA DE MANN-WHITNEY PARA VARIABLES NEGATIVOS AL INICIO CONTRA NEGATIVOS AL FINAL DEL DIAGNÓSTICO.

Estadísticos de contraste <sup>a</sup>										
Variables	Edad	CC	CE	Vol	Temp	MM	MI	Conc	Anor	DXHem o
U de Mann-Whitney	77.500	59.500	86.000	48.500	82.500	8.500	8.500	18.000	32.000	84.000
W de Wilcoxon	182.50	164.50	191.00	153.50	187.50	113.50	113.50	123.00	137.00	189.000
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Sig. asintót. (bilateral)	-.942	-2.086	-.553	-2.319	-.732	-4.122	-4.141	-3.678	-3.067	-1.440
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	.346	.037	.580	.020	.464	.000	.000	.000	.002	.150
	.352 <sup>b</sup>	.077 <sup>b</sup>	.603 <sup>b</sup>	.021 <sup>b</sup>	.482 <sup>b</sup>	.000 <sup>b</sup>	.000 <sup>b</sup>	.000 <sup>b</sup>	.002 <sup>b</sup>	.541 <sup>b</sup>

a. Variable de agrupación: Diagnostico

b. No corregidos para los empates.

Respecto al cuadro anterior, se observan las variables Circunferencia Escrotal (**CE**), Temperatura (**Temp**) y Diagnóstico de Hemoparásitos (**DxHemo**), no hay diferencia significativa, esto se debe a que finalmente los sementales están libres de hemoparásitos y sus valores de referencia vuelven a ser normales, tales como la temperatura y la circunferencia escrotal, sin embargo se registraron diferencias altamente significativas para el resto de las variables como la Condición Corporal (**CC**), Volumen (**Vol**), Motilidad Masal (**MM**), Motilidad Individual (**MI**), Concentración espermática (**Conces**) y Anormalidades (**Anorm**), estas diferencias significativas se debe a que los sementales ya no presentan síntomas de enfermedades hemoparasitarias, además están libres de dicha infestación, pero suponemos que existen problemas a nivel de espermatogenesis, bajo la experiencia previa asumimos que a través del tiempo transcurrido y cuidados post infección se irá corrigiendo, de

tal modo que el semental tendrá buena calidad seminal a un tiempo corto con las debidas atenciones.

### **Prevalencia de hemoparásitos en los meses que se realizo el proyecto**

Se registro una prevalencia más elevada se ubicó en los meses de julio y agosto (35.7 %), mientras la más baja se ubicó en el mes de enero (0 %), ya que no se registro ningún caso positivo en ese mes, figura 18. Entonces la prevalencia total fue de 27.4 % para la población total evaluada.

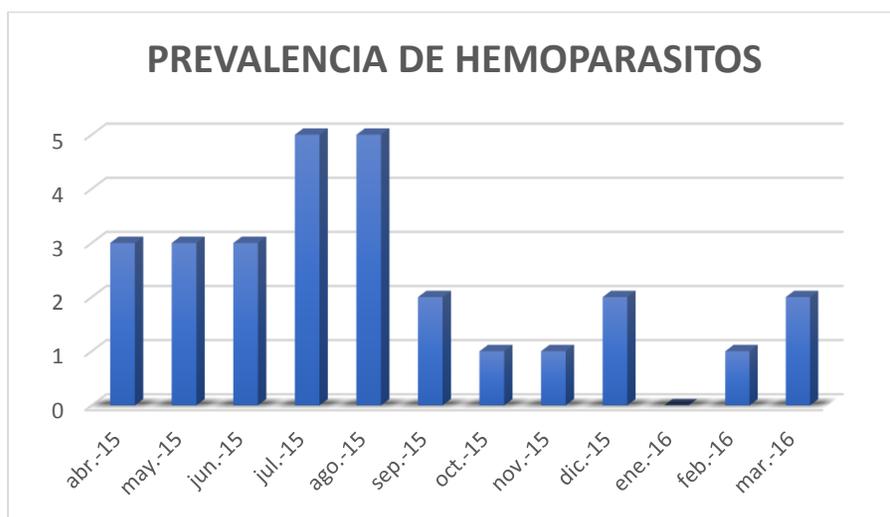


Figura 18, . Identificación de los meses de prevalencia de hemoparásitos.

## 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación, se encontró que los sementales positivos a hemoparásitos tienen una baja calidad seminal y las variables más afectadas en este caso son: Temperatura, Motilidad masal e individual, Anormalidades y Concentración espermática.

El grupo que registró más variables afectadas, es el *Bos taurus*, por lo tanto se puede decir que este grupo genético es predisponente a sufrir más severamente los efectos producidos por los hemoparásitos, de igual modo, este grupo tuvo una recuperación lenta de los valores normales de cada variable en estudio.

Por otro lado, es recomendable realizar evaluaciones a los sementales, ya sea en el momento de la adquisición del ejemplar, como antes de iniciar un empadre, de esta manera podemos identificar tempranamente la problemática y medicar a tiempo nuestro semental, ya sea para combatir a los hemoparásitos como para contrarrestar las deficiencias de la calidad seminal, esto nos dará la opción para aplicar una suplementación, vitaminas y desparasitantes en caso de que lo requieran.

A la luz de los resultados obtenidos se podría sugerir la adquisición de un semental cuando sea mayor a 15 meses en el caso de *Bos taurus*, mientras que en el *Bos indicus* la edad mínima sería de 18 meses. A esta edad ya están aptos para trabajar en la reproducción de hato. Animales mayores a siete años no se recomienda adquirir puesto que serían “toros problema”, ya que después de este tiempo de estar trabajando, tendrían de media a baja fertilidad.

Por último, la ganadería debe ser pensada como una empresa rentable basándose tanto en la productividad de su hato ganadero como en la eficiencia y eficacia del uso de los recursos, pero sin perder de vista el manejo y producción y su debido proceso para mantenerla o incrementarla, través de la evaluación de sementales y la observación clínica para detectar enfermedades hemoparasitarias.

## 6 LITERATURA CITADA

- Almazán, G. C. 2000. Manual de prácticas de parasitología. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia "Dr. Norberto Treviño Zapata" Universidad Autónoma de Tamaulipas. , 7-9 p.
- Alcaraz E. L. 1999. Anaplasmosis Bovina. Disponible en [Http://Www.ProduccionAnimal.Com.Ar/Sanidad\\_Intoxicaciones\\_Metabolicos/Infecciosas/Bovinos\\_En\\_General/40-Anaplasmosis.Pdf](Http://Www.ProduccionAnimal.Com.Ar/Sanidad_Intoxicaciones_Metabolicos/Infecciosas/Bovinos_En_General/40-Anaplasmosis.Pdf) Consultado el 13-08-2014.
- Allred, D. R. 2007. Dynamics of anemia progression and recovery in *Babesia bigemina* infection is unrelated to initiating parasite burden. *Veterinary Parasitology*, 146(1-2):170-174.
- Angarita E. 2000. El uso del ultrasonido en pruebas de fertilidad en los toros. *El Cebú* 314: 59-66.
- Austin, J. W., E. W. Hupp y R. L. Murphee. 1961. Effect of scrotal insulation on semen of Hereford bulls. *J. Anim. Sci.*, 20:307-311.
- Ávila, J. A. 2001. Evaluation do bulls. *Federacau do Agricultura e Pecuaria do Estado de Mato Grosso*. Consultado el 22-09-2015.
- Barajas, RJA; Riemann, H; Franti, Ch. 1993. Serological screening for infectious cattle diseases I. Influence of reproductive status. *Ciencia Rural* 23 (1): 69-72.
- Bavera, G., Peñafort, C. 2005. Evaluación de sementales. *Cursos de Producción Bovina de Carne, FAV UNRC*, pp. 23-32.

- Barth, Albert; Bo, Gabriel, Tritulo, Humberto. 2000, agosto. Curso de evaluación de toros y control de la calidad seminal. Universidad Católica de Córdoba, Córdoba (Argentina), 3-10, 55 p.
- Barth. A. D. y Oko. R J. 1989. Anormal morfology of bovine spermatozoa. Iowa State University press, 20 pp.
- Bayer, 2002. Manual Bayer de la garrapata. México ([www.sanidadanimal.com/manuales/garrapatas.htm](http://www.sanidadanimal.com/manuales/garrapatas.htm)). Consultado el 11-03-2015
- Benavides, E. 2002. Epidemiología y control de los hematozoarios y parásitos tisulares que afectan al ganado. Carta Fedegan, 72 (Anexo coleccionable 9),112-134 pp.
- Benavides, O. E. y Romero, N. A. 2002. Manual de plagas y enfermedades. Epidemiología y control de los hematozoarios y parásitos tisulares que afectan al ganado ([www.fedegan.org.co](http://www.fedegan.org.co)). Consultado el 22-03-2015
- Boero, J. 1976. Parasitosis de Animales. Piroplasmosis, Anaplasmosis. 4 ed. Universitaria. Buenos Aires, Argentina. pp. 201 - 236.
- Blood, D.C.; Henderson, J.A.; Radostits, O.M. 1986. Medicina Veterinaria.6 ed. Ed. Interamericana. México, D.F. pp. 1038 - 1067.
- Brito LF, Silva AE. 2002. Effects of environmental factors, age and genotype on sperm production and semen quality in Bos indicus and Bos taurus the bulls in Brazil. Anim Reprod Sci 70(3-4): 181-90.

- Brito LF, Silva AE. 2004. Testicular thermoregulation in *Bos indicus*, crossbred and *Bos taurus* bulls: relationship with scrotal, testicular vascular cone and testicular morphology, and effects on semen quality and sperm production. *Theriogenology* 61 (2-3): 511-28.
- Carrillo, J. 1988. Manejo de un Rodeo de Cría. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires. Argentina. n. 194 pp.
- Carrique, J.; Ribera, H. 1999. Nuevas pruebas de laboratorio para el diagnóstico de babesiosis y anaplasmosis bovina. LIDIVET. Santa Cruz, Bolivia. pp.1-13.
- Carrique, J.; Ribera, H. 2000. Manual Práctico sobre Garrapatas y Enfermedades transmitidas por Garrapatas. LIDIVET. Santa Cruz, Bolivia. pp. 1-36.
- Carvalho, T.; Ribeiro, R. y Lopez, R. 1991. The male reproductive organs in experimental Chagas disease. I. Morphometric study of the vas deferens in the acute phase of the disease. *Exp. Parasitol.* 41: 203-214
- Cossío-Bayúgar, R., Rodríguez, S.D., García-Ortiz, M.A., García-Tapia, D., Abortes Torres, R., 1997: Bovine anaplasmosis prevalence in northern Veracruz state, México. *Prev. Vet. Med.* 32, 165-170.
- Chacon J. 2001. Assessment of sperm morphology in zebu bulls, under field conditions in the tropics. *Reprod Domest Anim* 36 (2): 91-9.
- Chenoweth, P. J. 1981. Libido and mating behavior in bulls, boars and rams. A review. *Theriogenology* 16 (2):155-177.
- Chenoweth, P. J. and L. Ball. 1980. Breeding soundness evaluation in bulls. In: *Current therapy in Theriogenology*. D. Morrow. . Edit W. B. Saunders Co Philadelphia, USA. p. 333-335.

- Chenoweth, PJ, Chase, CC Jr, 2000. Characterization of gossypol-induced sperm abnormalities in bulls. *Theriogenology* 53 (5):1193-203.
- Corona, Belkis; Rodriguez, Majela; Martinez, Siomara. 2005. Anaplasmosis bovina - Revista Electrónica de Veterinaria REDVET, Vol. VI, nº 05, Mayo/2005. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>. Consultado el 17-09-2015.
- Cordero del Campillo, M. 1999. *Parasitología Veterinaria*. McGraw-Hill, S.A.U. Barcelona, España. pp. 283 - 293.
- College of Biological Sciences. 2002. Graphic images of parasites. ([www.biosci.ohio-state.edu](http://www.biosci.ohio-state.edu)). Consultado el 22-09-2015.
- Coffin, 1987. *Laboratorio Clínico en Medicina Veterinaria*. La Prensa Médica Mexicana. México, D.F. pp. 267-318.
- Cueto, M.; J. García, A. Gibbons, M. Wolf y J. Arrigo. 1993. Obtención, procesamiento y conservación del semen bovino y ovino. Manual de Divulgación. Comunicación Técnica de Producción Animal del INTA, Bariloche Nº 200. Argentina. 23p.
- Cruz Zambrano, Armado 2006. Principales factores que afectan a la prolificidad del ganado vacuno en Latinoamérica. Facultad de Medicina Veterinaria. Universidad Técnica de Cotopaxi. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria. . Vol. VII, No. 10. 1p.
- De la Fuente, J., Torina, A., Caracappa, S., Tumino, G., Furlá, R., Almazán, C., Kocan, K.M. 2005. Serologic and molecular characterization of *Anaplasma* species infection in farm animals and ticks from Sicily. *Vet. Parasitol.* 133: 357-362.

- De los Santos Valadez, Sergio Gerardo 2006. Evaluación del comportamiento reproductivo de sementales bovinos productores de carne en el sur de Tamaulipas. INIFAP. Ficha Tecnológica. Consultado el 22-03-2015.
- Domínguez, A. 1992. Inmunofluorescencia. Primer Taller Internacional sobre Diagnóstico y Control de Anaplasmosis y Babesiosis en rumiantes. FMVZ-UADY, Yucatán- México. pp. 70 - 71.
- Ecured, 2013. Conocimiento de todos y para todos. Babesia. Disponible en <http://www.ecured.cu/index.php/babesia>. Consultado el 13-02-2015.
- Espitia, A, Prieto, E., Cardozo, J. 2006. Pubertad y Circunferencia Escrotal en Toros Holstein x Cebú y Romosinuano. Rev. MVZ Córdoba 11(1):744-750.
- Evans, G. y W. M. C. Maxwell. 1987. Salamon's artificial insemination of sheep and goats. Butterworths. Sydney. 185 p
- Figueroa, J.V., Alvarez, J.A., Vega, C.A., Buening, G.M., 1993: Use of multiplex polymerase chain reaction-based assay to conduct epidemiological studies on bovine hemoparasites in Mexico. Rev. Elev. Med. Vet. Pays. Trop., 46(1-2):71-75.
- Fragoso, S.H., 1991: La anaplasmosis bovina en México. Garrapatas y enfermedades que transmiten. Memorias del Segundo Seminario Internacional de Parasitología Animal. Pag:153-160. 9-11 de octubre, Oaxtepec Morelos México.
- Fuerst-Waltl B, Schwarzenbacher H. 2006. Effects of age and environmental factors on semen production and semen quality of Austrian Simmental bulls. Anim Reprod Sci 95 (1-2): 27-37.

- Galina, C., Arthur, G. 1991. Review of cattle reproduction in the tropics. Part 6. The Male. *Anim Breed Abs* 59:403.
- Gomes, R.A., Machado, R.Z., Starke-Buzetti, W.A., Bonesso, M.A., 2008: Immunehumoral response of water buffalo (*Bubalus bubalis*) against *Anaplasma marginale*. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.* 17, 73-80.
- Guillén A, León E, Aragot W, Silva M. 2001. Diagnóstico de hemoparásitos en el Instituto de Investigaciones Veterinarias Periodo 1986-2000. *Vet. Trop.*, 26(1):47-62.
- Guglielmone, A. 1995. Epidemiology of babesiosis and anaplasmosis in South and Central America. *Veterinary Parasitology*, 57:109-119.
- Hafez, E. S. E. 1989. Reproducción e inseminación artificial en animales. 5 ed. Interamericana - McGraw-Hill. México D.F., 506-513 p.
- Hutyra, M. Manninger, R. 1973. Patología y Terapéutica Especiales de los Animales Domésticos. 3ra ed. Ed. Labor. Barcelona, España. 316–361 p.
- Instituto Colombiano Agropecuario, 1980. Control de Garrapatas. Compendio # 39. Bogotá, Colombia. pp. 59 - 78.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2015. Marco Geoestadístico.
- Jacques, A. 2005. Sugerencias para elegir un buen toro. Centro Regional Chaco-Formosa, EEA. INTA, Las Breñas, Proyecto Regional de Comunicaciones. Boletín informativo proyecto ganadero No. 2. pp. 23-28.
- Kumi-Diaka, J.; Sackey, A.; Akerejola, O.; Ogwu, D. 1988. Effect of chemotherapy on semen characteristics of Balami rams infected with *Anaplasma ovis*. *Vet. Res. Commun.* 12 (2-3): 119-124.

- Leon A, Marlene 2002. Detección de anticuerpos IgG contra Babesia bovis, Babesia bigemina y Anaplasma marginale en Bovinos. Tesis de Grado. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. U.A.G.R.M, Santa Cruz, Bolivia.
- López Zavala, Rigoberto. 2003. Razas de Bovinos productores de carne, enfoque productivo y funcional. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Departamento de Fomento Editorial-UAT. 5p.
- Luciani, Carlos. 2003. Babesiosis y Anaplasmosis, La "Tristeza" Bovina. [Http://Www.ProduccionAnimal.Com.Ar/Sanidad\\_Intoxicaciones\\_Metabolicos/Parasitarias/Bovinos\\_Garrapatas\\_Tristeza/47Babesiosis\\_YAnaplasmosis.pdf](http://Www.ProduccionAnimal.Com.Ar/Sanidad_Intoxicaciones_Metabolicos/Parasitarias/Bovinos_Garrapatas_Tristeza/47Babesiosis_YAnaplasmosis.pdf). Consultado el 23-04-2015.
- Malacco, F. M. 2002. Tristeza Parasitaria Bovina e Babesiose e Anaplasmosis. Campo Grande, Brasil ([www.cnpqg.embrapa.br](http://www.cnpqg.embrapa.br)). Consultado el 22-09-2015.
- Mahoney, D.F., Ross, D.R. 1972. Epizootiological factors in the control of bovine babesiosis. Australian Veterinary Journal, 48(5):292-298.
- Mapletoft, RJ, Thundathill, JC y Barth, AD., Julio 2015. Utilización de la FIV para estudiar el efecto de la morfología seminal sobre la fertilidad y el desarrollo embrionario. Ponencia presentada en el Curso Avances en Reproducción Animal. Guadalajara Jal.
- Martinez, A., Salinas, A., Martinez, F., Cantu, A., Miller, D.K., 1999. Serosurvey for selected disease agents in white-tailed deer from Mexico. J. Wildl. Diseases. 35(4): pp. 799-803.
- McDonald, L. E. 1983. Reproducción y endocrinología veterinaria. 2da ed. Ed. Interamericana. México, D.F. pp. 201–204.

- Medellín, J. 2002. Anaplasmosis y Babesiosis en Tamaulipas. Clínica de Grandes Especies – Laboratorio de Diagnóstico – Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UAT. Tamaulipas-México ([www.fmvz.vet.edu.mx/investigaciones/12htm](http://www.fmvz.vet.edu.mx/investigaciones/12htm)). Consultado el 18-06-2015.
- Medina, R.V.M.; C.E. Sánchez; S.Y.M. Velasco and C.P.E. Cruz. 2007. Bovine sperm cryopreservation using a programmable freezer (CL-8800) and evaluation of post-thaw sperm quality by a Computer-Assisted Sperm Analysis (CASA). *Revista Orinoquia* 11 (1): 75-86.
- Merck. 1993. El Manual Merck de Veterinaria.. 4ta. ed. Ed. Océano, Barcelona, España. pp. 79 – 976.
- Nichi M, Bols Pe, 2006. Seasonal variation in semen quality in *Bos indicus* and *Bos taurus* bulls raised under tropical conditions. *Theriogenology* ; 66 (4): 822-828
- Ngeranwa, J.J., Shompole, S.P., Venter, E.H., Wambugu, A., Crafford, J.E., Penzhorn, B.L. 2008. Detection of Anaplasma antibodies in wildlife and domestic species in wildlife-livestock interface areas of Kenya by major surface protein 5 competitive inhibition enzyme-linked immunosorbent assay. *Onderstepoort J. Vet. Res.* 75:199-205.
- Olaya Escobedo Noé, 2007. Piroplasmosis en el ganado bovino. [Http://Www.Vetzoo.Umich.Mx/Phocadownload/Tesis/2007/Septiembre/Piroplasmosis%20en%20el%20ganado%20bovino.Pdf](http://www.vetzoo.umich.mx/phocadownload/tesis/2007/septiembre/piroplasmosis%20en%20el%20ganado%20bovino.pdf) Consultado el 23-02-2015
- Olgúin y Bernal, Arturo. 2008. Anaplasmosis. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. [Http://Fmvzenlinea.Fmvz.Unam.Mx/File.Php/67/Unidad\\_13/Anaplasmosis.Pdf](http://fmvzenlinea.fmvz.unam.mx/file.php/67/unidad_13/anaplasmosis.pdf). Consultado el 09-03-2015.

- Olsen, W. O. 1977. Parasitología Animal. 1er Tomo. 3ra ed. Ed. Aedos. España. pp. 21-30.
- Otte, M.J. 1992. Anaplasmosis y Babesiosis Bovina de Colombia. Informe Técnico # 12. Instituto Colombiano de Agropecuaria. Santa Fe, Bogotá. pp. 7-23.
- Otte, M. J., Abuabara, J. Y., Wells, E. A. 1994. Trypanosoma vivax in Colombia: Epidemiology and production losses. Tropical Animal Health and Production, 26(3), 146-156.
- Palmieri, R., Suárez, D., Espitia, A., González, M., Prieto, E. 2004. Variables seminales en toros criollos colombianos con cuernos y Romusinuano. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de Córdoba, Montería, Colombia (CORPOICA). MVZ-Córdoba 9(1):381-385.
- Plus Formación, 2011. Anaplasmosis Babesiosis Ganado Bovino. [Http://Www.Plusformacion.Com/Recursos/R/AnaplasmosisBabesiosis-Ganado-Bovino?Quicktabs\\_Ofertas\\_Relacionadas\\_Quicktab=4](http://www.Plusformacion.Com/Recursos/R/AnaplasmosisBabesiosis-Ganado-Bovino?Quicktabs_Ofertas_Relacionadas_Quicktab=4) Consultado el 12-07-2015
- Quiroz Romero, Héctor. 2002. Parasitología y Enfermedades Parasitarias de Animales Domésticos. 10 ed. Ed. Limusa. México D.F. pp. 187-797.
- Quiroz Romero, Héctor; Figueroa Castillo, Juan Antonio; Ibarra Velarde, Froylán; López Arellano, María Eugenia. 2011. Epidemiología de enfermedades parasitarias en animales domésticos. Departamento de Parasitología, FMVZ-UNAM. México D.F. 119-140 p. ISBN: 978-607-00-4015-3.
- Ramirez, G. 2002. Inmunización contra Babesia bovis, Babesia bigemina, como método de control de la Babesiosis bovina. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán, México. D.F. ([www.uady.mx/biomedic/html-30kl](http://www.uady.mx/biomedic/html-30kl)). Consultado el 16-05-2015.

- Ristic M., 1981: Anaplasmosis. In Ristic, M. and McIntyre, I. (Ed.), Diseases of cattle in the tropics. Curr. Topics Vet. Med. And . Sci., 6: 327-344. La Haya.
- Rodriguez, V.; Solorio, R. J. 2002. Epidemiología de la Babesiosis bovina. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de Yucatán, Mérida. Yucatán, México ([www.agroparlamento.com](http://www.agroparlamento.com); [www.uady.mx/biomedic/rb97817.html](http://www.uady.mx/biomedic/rb97817.html)). Consultado el 15-06-2015.
- Ruiz, H. H. 2007. Valoración de la capacidad reproductiva de los sementales bovinos en los grupos GGAVATT´S y Asociación Ganadera en la depresión central del estado de Chiapas. Revista Produce. [www.producechiapas.org](http://www.producechiapas.org). Consultado 15 de febrero de 2015.
- Ruiz, S. B.; H. J. G. Herrera, H. H. Ruiz, N. P. Mendoza, M. R. I. Rojas, G. A. Hernández, F. C. Lemus, C. H. Gómez y G. J. R. Barcena. 2007. Evaluación reproductiva de sementales *Bos indicus* en un sistema de monta en la región central del estado, Chiapas. XLIII reunión nacional de investigación pecuaria. Sinaloa 2007. Memoria. p 84.
- Ruiz, B., Herrera, J.G., Ruiz, H., Lemus, C., Hernández, A., Gómez, H., Bárcena, J.R., Rojas, R.I. 2007. Capacidad reproductiva de sementales activos en un sistema de monta abierta de los GGAVATT en el municipio de Villaflores, Chiapas. Ponencia en el II Congreso Internacional de Producción Animal. I Simposio Internacional de Producción de Rumiantes. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba. PR 5, pp: 1-6.
- Ruiz Rojas, Jorge Luis 2010. Evaluación de sementales bovinos en el programa “Ganado Mejor” de la región centro de Chiapas, México. Revista Quehacer Científico en Chiapas 2010. 1 (10) 34-38 p.
- Ruiz, H. H. 1992. Evaluación de tres diluyentes en la conservación de semen congelado en ganado bovino. Tesis FMVZ.-UNACH. p 3-30.

- Salamanca, C.A. 2008. Evaluación de los parámetros productivos y reproductivos de una explotación de doble propósito en el municipio de Arauca. Artículo Técnico. Disponible en: [www.ergomix.com/s\\_articles\\_view.asp?. art=1964](http://www.ergomix.com/s_articles_view.asp?art=1964), consultado el 08-05-2016.
- Saninet. 2002. Babesiosis bovina. Quito, Ecuador. Disponible en: [www.iicasaninet.net/pub/ sanani/indet.html](http://www.iicasaninet.net/pub/sanani/indet.html), consultado el 22 de septiembre de 2016.
- Salisbury, G; Van Demark, N; Lodge, J. 1978. Physiology of Reproduction and Artificial Insemination of Cattle. Ed. Freeman. San Francisco, USA.
- Scheaffer, R. L.; W. Mendenhall y L. Ott. 1987. Elementos de muestreo. Traducción de: Elementary Survey Sampling; traducido por: G. Rendón Sánchez y J. R. Gómez Aguilar. México. Grupo Editorial Iberoamérica. 321 p.
- Smith, J. 2003. La fecundidad en los toros. Equipo del Centro para Agricultura y Animales de Washington. Hoja de datos 1024-2003.
- Soto Ramírez Karla Katherine, 2010. Determinación de la prevalencia de anaplasmosis en el ganado bovino faenado en la empresa metropolitana de rastro de Quito (EMRQ) mediante la aplicación de las técnicas de diagnóstico: microscopía de frotis sanguíneos, reacción en cadena de la polimerasa (PCR) y ensayo inmunoenzimático competitivo (celisa). Disponible en; [Http://Www3.Espe.Edu.Ec:8700/Bitstream/21000/2846/1/T-Espe-030491.Pdf](http://Www3.Espe.Edu.Ec:8700/Bitstream/21000/2846/1/T-Espe-030491.Pdf) Consultado el 12-07-2015
- Soulsby, E. 1987. Parasitología y Enfermedades parasitarias en los Animales domésticos. 7ma ed. Ed. Interamericana. México D.F. pp. 719-767.

- Smith D, 1978. Ciclo Biológico de Babesia en la Garrapata. Disponible en : [Http://Www.Fmvz.Unam.Mx/Fmvz/Cienciavet/Revistas/Cvvol2/Cv2c9.Pdf](http://www.Fmvz.Unam.Mx/Fmvz/Cienciavet/Revistas/Cvvol2/Cv2c9.Pdf). Consultado el 13-02-2015.
- Tamayo Torres, Manuel. 2013. La selección de sementales bovinos en cuba. 3. Calidad de la producción seminal en futuros sementales Holstein, relación en el desarrollo testicular. Revista Electrónica Veterinaria. REDVET. ISSN 1695-7504. Vol. 14 No 1. 2013. Consultado el 13-05-2015
- Tizard, I. 1989. Inmunología Veterinaria. Protección por la Inmunidad. Capitulo 17. Inmunidad contra los Parásitos. 3ra ed. Ed. Interamericana. México, D.F. pp. 241 - 249.
- Torres Celi, María Alexandra. 2013. Diagnóstico de Anaplasma spp. y Babesia spp. En el ganado que se faena en el camal frigorífico “Cafrilosa” de Loja mediante Técnica de Giemsa. Tesis de Grado. Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional de Loja, Ecuador.
- Vaccaro, 1987. Aspectos del mejoramiento genético de bovinos de leche de doble propósito. Universidad Central de Venezuela. Instituto de producción animal. Boletín Técnico 1. 44 p.
- Valle, A.; Fuentes, A. y Puerta, M. 2005. Influencia de factores climáticos sobre las características seminales de toros Holstein y Pardo Suizo nacidos en el trópico. Rev. Fac. Agron. V. 22, No.1 (ISSN 0378-7818). Caracas, Ven.
- Vera, M. O. y G. Muñoz. 2005. Cómo mejorar la colección, manejo y calidad microbiológica del semen. En: Manual de Ganadería Doble Propósito. C. González Stagnaro y E. Soto Belloso (editores) Ediciones Astro Data, S.A. Maracaibo-Venezuela. VIII (1). p. 504-509.

Vilanova, F. T. L. y B. P. P. Ballarales. 2005. La evaluación andrológica: justificación y métodos. En: Manual de Ganadería Doble Propósito. C. González-Stagnaro, E. Soto-Belloso (eds.) Ediciones Astro Data, S.A. Maracaibo-Venezuela. VIII (1). p. 498-503.

Winkler, J. 1987. Control Sanitario de Poblaciones Animales. 2da ed. Ed. McGraw-Hill. México. D. F., México. pp. 236-241.

Wildeus, S. y Entwistle, W. 1983. Spermogram and sperm reserves in hybrid Bos indicus x Bos taurus bulls after scrotal insulation. J Reprod Fert; 69:711-716

## 7 Anexos

### Anexo: 1. Ficha de registros

#### EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD REPRODUCTIVA

Propietario: \_\_\_\_\_ Caso N°: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_  
 Rancho o Ejido: \_\_\_\_\_  
 Toro N°: \_\_\_\_\_ Raza: \_\_\_\_\_ Tatuaje: \_\_\_\_\_ Marca: \_\_\_\_\_  
 Edad: \_\_\_\_\_ Fecha Nacimiento: \_\_\_\_\_  
 Historia Clínica: \_\_\_\_\_

#### I. APTITUD FÍSICA

Condición Corporal: \_\_\_\_\_ Peso: \_\_\_\_\_ Temp. Testicular: \_\_\_\_\_  
 Ojos \_\_\_\_\_ Dientes \_\_\_\_\_ Temp. Rectal: \_\_\_\_\_  
 Patas \_\_\_\_\_ Pezuñas \_\_\_\_\_ Aplomos \_\_\_\_\_  
 Pene \_\_\_\_\_ Prepucio \_\_\_\_\_ Escroto \_\_\_\_\_  
 Testículos \_\_\_\_\_ Epidídimo \_\_\_\_\_ Circunferencia escrotal (cm): \_\_\_\_\_  
 Sobre el promedio ( ) Promedio ( ) Bajo el promedio ( ) Bajo el mínimo ( )

#### II. CARACTERÍSTICAS DEL SEMEN

Metodología: \_\_\_\_\_ Masaje ( )  
 Volumen: \_\_\_\_\_ Aspecto: \_\_\_\_\_ Color: \_\_\_\_\_  
 Mot. Masal \_\_\_\_\_ Mot. Individual \_\_\_\_\_ Concentración (millones/ml): \_\_\_\_\_  
 Vivos y muertos % \_\_\_\_\_ Anormalidades espermáticas % \_\_\_\_\_ NORMALES: \_\_\_\_\_  
 Respuesta: Protrusión \_\_\_\_\_ No protrusión \_\_\_\_\_ Muestra 1 \_\_\_\_\_ Muestra 2 \_\_\_\_\_

MOTILIDAD EN MASA	MOTILIDAD INDIVIDUAL (%)	CLASIFICACION
• Movimiento rápido	70 o más	Muy buena
• Movimiento lento	de 50 a 69	Buena
• Oscilación general	de 30 a 49	Suficiente
• Oscilación esporádica	Menos de 30	Pobre

ANORMALIDADES PRIMARIAS	ANORMALIDADES SECUNDARIAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espermatozoides dobles _____</li> <li>• Espermatozoides microcefalicos _____</li> <li>• Cabeza piriforme _____</li> <li>• Cabeza estrecha/delgada _____</li> <li>• Cabezas libres _____</li> <li>• Gota citoplasmática proximal _____</li> <li>• Colas enrolladas _____</li> <li>• Colas libres _____</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cabezas normales libres _____</li> <li>• Cabeza ancha _____</li> <li>• Gota citoplasmática distal _____</li> <li>• Colas enrolladas en la parte terminal _____</li> <li>• Membrana del acrosoma separada _____</li> <li>• Células epiteliales _____</li> <li>• Eritrocitos _____</li> </ul>

**III. LIBIDO Y CAPACIDAD DE COPULA**

Alta ( )      Media ( )      Baja ( )      Inadecuada ( )      No evaluada ( )

**IV. SANIDAD**

Diagnostico de HEMOPARASITOS: \_\_\_\_\_

Brucelosis (Dx) \_\_\_\_\_ Leptospirosis \_\_\_\_\_ Tricomoniiasis \_\_\_\_\_ IBR \_\_\_\_\_

Capilobacteriosis \_\_\_\_\_ DVB \_\_\_\_\_ Tuberculosis \_\_\_\_\_ Otras \_\_\_\_\_

**CLASIFICACIÓN**

Satisfactorio ( )      Questionable ( )      Decisión diferida ( )      No satisfactorio ( )

**RECOMENDACIÓN**

Servicio ( )      Tratamiento ( )      Venta ( )      Re-evaluación ( )

---



---



---



---

\_\_\_\_\_  
**MVZ. TOMAS RAMOS MOLAR**  
 CEDULA: 8438281  
 MR-0314-28-024-01



SELLO Y FIRMA DEL MVZ RESPONSABLE

**Anexo: 2.** Unidad de control del Equipo Electroeyaculador Marca Minitube, modelo e320.



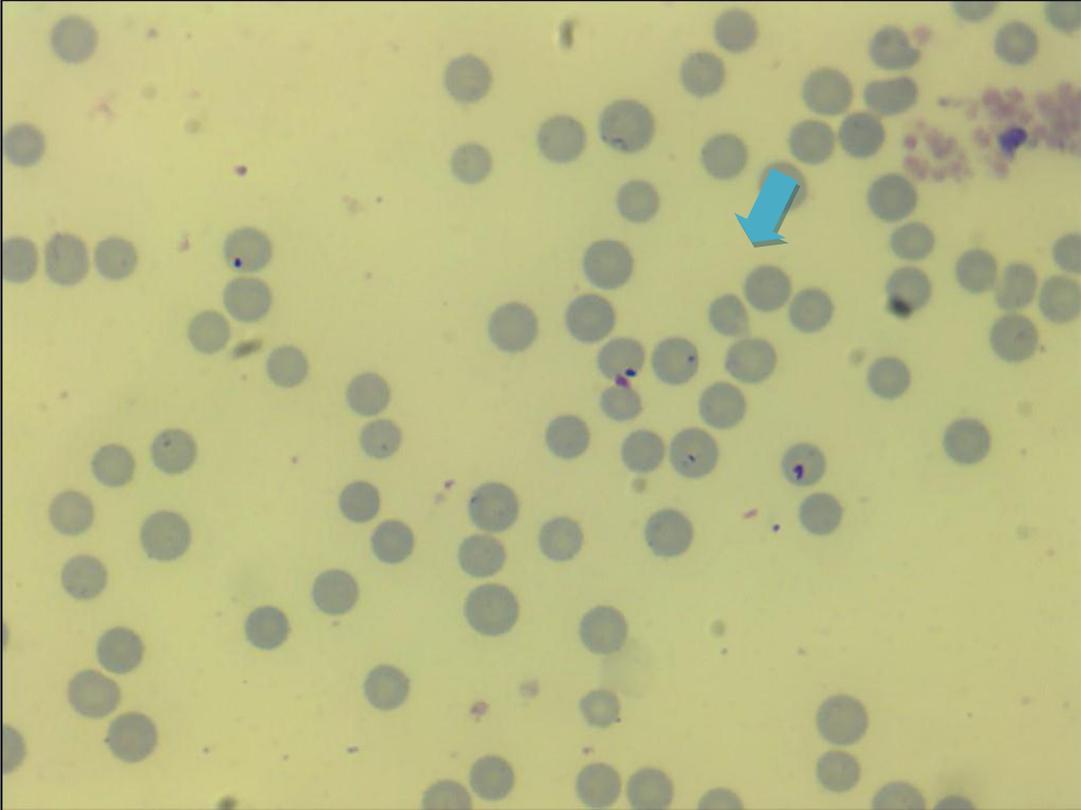
**Anexo: 3.** . Medición de Circunferencia Escrotal, 38 cm.



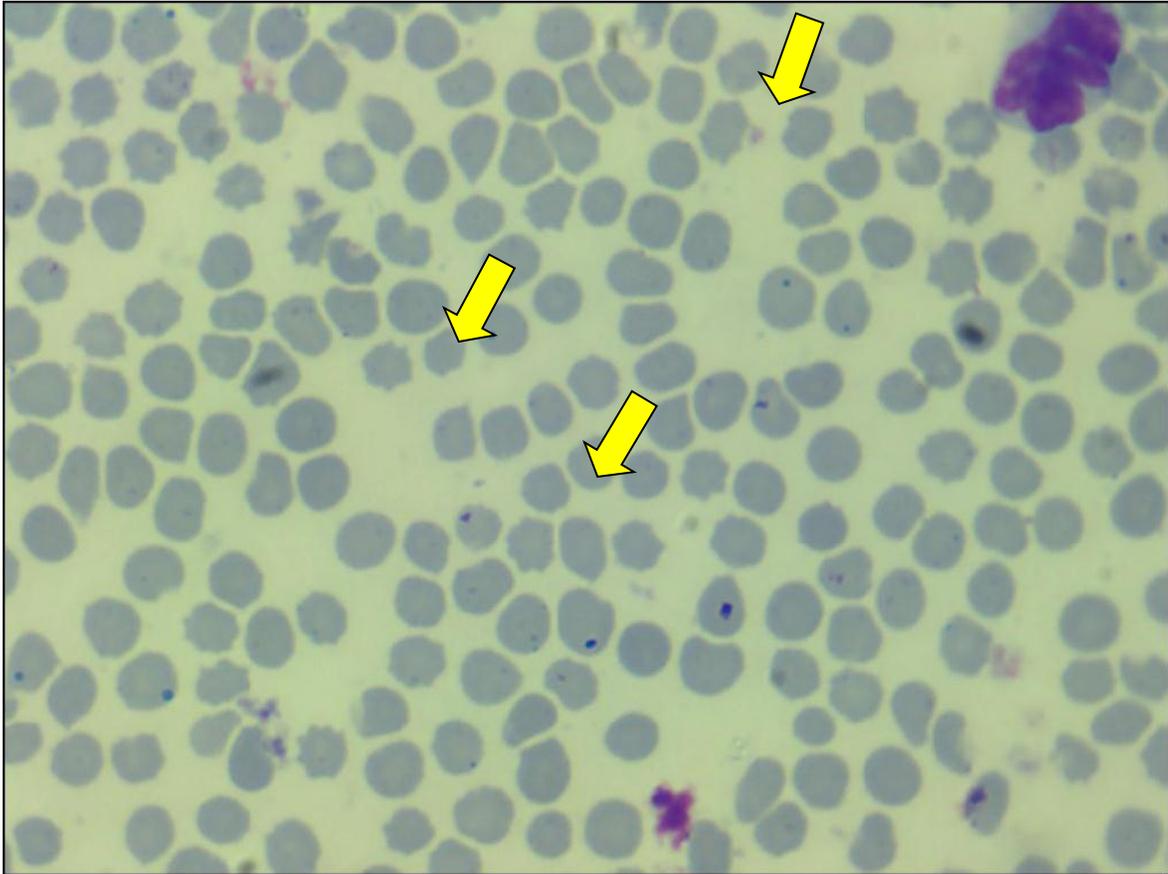
**Anexo: 4.** Evaluación en campo de muestras de semen.



**Anexo: 5.** Observación de *Babesia* spp. en el microscopio con el objetivo de inmersión 100X.



**Anexo: 6.** Observación de *Anaplasma* spp. en el microscopio con el objetivo de inmersión 100X.



**Anexo: 7.** Tabla de datos para sementales diagnosticados positivos a hemoparásitos.

Grupo genético	Diagnóstico(+)	EDADa	CCa	CEa	VOLa	TEMPa	MMa	Mla	CONCESa	ANORa	DxHEMOa	DxHEMOd
1	2	84	4	37	5	39.4	30	29	200	25	35	0
1	2	72	4	38	4	39.6	37	35	270	35	34	0
1	2	68	5	39	3.5	39.5	35	33	230	36	40	6
1	2	75	4	35	3	39.9	33	30	250	35	40	4
1	2	80	5	38	4	39.7	35	32	210	30	35	0
2	2	19	4	32	2	39.4	63	60	300	35	25	0
2	2	26	4	31	4	39.2	68	65	350	30	10	0
2	2	30	5	32	3	39.9	60	58	450	40	35	0
2	2	27	4	31	2.5	39.7	70	67	500	30	15	0
3	2	24	4	34	3	39.3	35	33	200	40	35	0
3	2	18	4	35	3	39.1	60	55	290	35	25	0
3	2	84	6	42	8	39.9	40	38	200	35	25	0
3	2	60	4	40	5	39.9	35	33	260		20	0
3	2	48	5	42	4	39.7	40	35	350	25	20	0

**Anexo: 8.** Tabla de prueba de normalidad para variables negativas al inicio contra negativas al final (60 días).

**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Grupo G	.235	28	.000	.782	28	.000
Diagnóstico	.337	28	.000	.639	28	.000
Edad	.190	28	.011	.919	28	.033
CC	.354	28	.000	.749	28	.000
CE	.134	28	.200*	.923	28	.041
Vol	.167	28	.045	.958	28	.316
Temp	.193	28	.009	.913	28	.023
MM	.223	28	.001	.835	28	.000
MI	.223	28	.001	.830	28	.000
Conc	.152	28	.095	.902	28	.013
Anor	.178	28	.024	.869	28	.002
DXHemo	.534	28	.000	.294	28	.000

\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

**Anexo: 9.** Tabla de prueba de normalidad para variables negativas al inicio contra negativas al final del diagnóstico

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Grupo G	.235	28	.000	.782	28	.000
Diagnóstico	.337	28	.000	.639	28	.000
Edad	.190	28	.011	.919	28	.033
CC	.354	28	.000	.749	28	.000
CE	.134	28	.200*	.923	28	.041
Vol	.167	28	.045	.958	28	.316
Temp	.193	28	.009	.913	28	.023
MM	.223	28	.001	.835	28	.000
MI	.223	28	.001	.830	28	.000
Conc	.152	28	.095	.902	28	.013
Anor	.178	28	.024	.869	28	.002
DXHemo	.534	28	.000	.294	28	.000

\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors