

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**DISEÑO DE UNA METODOLOGÍA DE MONITOREO PARA DETERMINAR LA
FRECUENCIA E INTENSIDAD DE *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* Y
Rhipicephalus (Boophilus) annulatus EN VENADOS COLA BLANCA DEL
ESTADO DE COAHUILA**

**TESIS
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**PRESENTA
CARLOS ARMANDO SOLARES FLORES**

**Asesor:
Dr. Héctor Quiroz Romero**

México, D. F.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA

A mi madre y a mi tío, por brindarme su apoyo y cariño incondicional en todo momento, les agradezco infinitamente por depositar su entera confianza en mí, sin su presencia no habría podido terminar este trabajo.

A mi Universidad a la que estaré eternamente agradecido por enseñarme a ser mejor persona, por otorgarme el privilegio de ser parte del alma que reside dentro de su magnífica institución.

A ti que me acompañaste en cada instante de este arduo y laborioso proceso.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Antonio González Origel que fue el autor intelectual de este proyecto, le agradezco su absoluta confianza, por facilitarme los recursos que tuvo a su alcance y por compartir su incomparable ingenio con su servidor.

Al Dr. Edgar Cuevas Domínguez que siempre me brindó su confianza y asesoría; y que sin su ayuda no me hubiera sido posible terminar esta labor.

Al Dr. Héctor Quiroz Romero quien siempre tuvo una respuesta ante mis inquietudes, que con sus valiosos comentarios, su paciencia y calidad humana fue un guía inigualable para que esta obra cobrara sentido.

Al Dr. Carlos González-Rebeles Islas, al Dr. Froylán Ibarra Velarde, a la Dra. Evangelina Romero Callejas y al Dr. Gerardo Suzán Azpiri por sus observaciones y valiosos comentarios que me ayudaron para que este escrito alcanzara la calidad y profesionalismo necesario para su finalización.

A todos aquellos profesores de mi facultad que me enseñaron valiosas lecciones dentro de la academia.

Al personal de la Dirección General de Vida Silvestre de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales por el apoyo otorgado para la obtención de la recopilación de la información. A Julio Flores que sin su ayuda no se hubiera podido presentar la parte de SIG. A Mónica Arciniega por su gentileza y sus valiosas recomendaciones. A Jose Juan y Mike por su orientación y recomendaciones.

A Guadalupe Tapia del Instituto de Geografía que contribuyó con su profesionalismo para la realización de la parte de SIG.

A todos los autores citados en este escrito, cuyo enfoque me permitió reflexionar y ampliar la riqueza de esta obra.

A mis compañeros y colegas con los que tuve el privilegio de compartir el servicio social: Elizabeth Aguirre, Esther Cancino, Alejandra Domínguez, Mariemma Escorcía y Arturo Hernández; les agradezco los buenos momentos, su ánimo y solidaridad durante una parte importante de este proceso.

A mis amigos y colegas veterinarios, en especial a los de la generación 2003-2007, por acompañarme y brindarme su apoyo. En especial a Gabriela Castellanos, Oscar Galindo, Alfredo Urbina y Lorena Villafuerte, quienes en todo momento me dieron su apoyo moral.

A Felicia, Lila y Oliveria que me acompañaron fielmente durante gran parte del proceso de redacción de este trabajo y aunque su aportación no fue de carácter científico, me dieron el apoyo espiritual para que esta idea tuviera el empuje necesario en aquellos momentos en que lo requirió.

A todas aquellas personas que contribuyeron para que esta obra pudiera hacerse una realidad.

CONTENIDO

PÁGINA

RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1. Presentación	2
1.2. Antecedentes	3
1.3. Justificación.....	4
1.4. Objetivos	5
1.4.1. Objetivos específicos.....	5
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	7
2.1. Bancos de información	7
2.1.1. Organización de la información	8
2.2. Bases de datos y planes de manejo.....	9
2.3. Software epidemiológico	9
2.4. Sistemas de Información Geográfica (SIG)	9
3. REVISIÓN DE LA LITERATURA	10
3.1. Las garrapatas	10
3.1.1. Características de <i>R. microplus</i> y <i>R. annulatus</i>	11
3.1.2. Ciclo biológico de <i>R. microplus</i> y <i>R. annulatus</i>	12
3.1.3. Distribución geográfica de <i>R. microplus</i> y <i>R. annulatus</i>	14

3.1.4. Efectos de <i>R. microplus</i> y <i>R. annulatus</i>	15
3.1.4.1. Impacto económico.....	16
3.1.5. Control de la garrapata.....	17
3.1.5.1. Campaña nacional contra la garrapata <i>Boophilus</i> spp.....	18
3.1.5.2. Control con ixodicidas	19
3.1.5.3. Control inmunológico	20
3.1.5.4. Control Integrado de Parásitos.....	20
3.1.5.4.1. Hongos entomopatógenos	21
3.1.5.5. Control en poblaciones de venados cola blanca	21
3.1.6. Resistencia a Ixodicidas	22
3.2. El venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>)	23
3.2.1. Distribución geográfica	23
3.2.2. Características biológicas y ecológicas	23
3.3. Ganadería diversificada.....	27
3.3.1. Aprovechamiento cinegético	28
3.3.2. Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAS)	28
3.4. Región Noreste de México	29
3.4.1. Características de la región.....	30
3.4.2. Coahuila de Zaragoza	30
3.5. Muestreo en epidemiológico en poblaciones de fauna silvestre.....	31
4. ANÁLISIS DE LA INFORMACION.....	34
4.1. Interacción entre huésped y agente	34
4.1.1. Factores intrínsecos	34
4.1.2. Patrones de infestación con garrapatas	35
4.1.3. Infestación de garrapatas en el venado.....	36
4.1.4. Especies de garrapatas en el venado	39

4.1.5. <i>Rhipicephalus (Boophilus) spp</i> en el venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>)	39
4.1.6. Enfermedades transmitidas por garrapatas.....	42
4.1.6.1. Babesiosis.....	42
4.1.6.2. Anaplasmosis.....	45
4.1.6.3. Enfermedad de Lyme.....	47
4.2. Las garrapatas y el medio ambiente.....	47
4.2.1. Efecto de la temperatura	49
4.2.2. Efecto de la precipitación y humedad.....	50
4.2.3. Dinámica estacional de <i>R. microplus</i> y <i>R. annulatus</i>	51
4.2.4. Modelo predictivo de hábitat idóneo	52
4.3. El huésped y el medio ambiente	55
4.4. Factores de riesgo de infestaciones	56
5. RESULTADOS	58
5.1. Diseño metodológico propuesto	58
5.1.1. Selección del área de estudio	60
5.1.2. Criterios de inclusión	60
5.1.3. Selección de unidades de muestreo.....	61
5.1.4. Caracterización de las unidades de muestreo.....	62
5.1.4.1. Caracterización de la UMA “El Fénix”	62
5.1.5. Clasificación de variables	62
5.1.6. Metodología de muestreo.....	64
5.1.6.1. Cálculo de tamaño de muestra	64
5.1.6.2. Características de las muestras	66
5.1.6.3. Consideraciones para el muestreo.....	66
5.1.6.4. Captura y contención de venados cola blanca.....	67
5.1.6.5. Inspección física de los venados.....	68

5.1.6.5.1. Regiones corporales	68
5.1.6.5.2. Técnica de colección de garrapatas	69
5.1.6.5.3. Conteo de garrapatas	69
5.1.6.6. Colecta de muestras sanguíneas.....	69
5.1.6.7. Almacén y transporte de muestras.....	70
5.1.7. Definición del periodo de muestreo	70
5.1.8. Diseño de encuesta.....	71
5.1.9. Diagnostico de laboratorio.....	72
5.1.9.1. Identificación de especies de garrapatas	72
5.1.9.2. Detección de hemoparásitos.....	73
5.1.9.2.1. Identificación de <i>Anaplasma</i>	74
5.1.9.2.2. Identificación de <i>Babesia</i>	74
5.1.9.3. Pruebas de susceptibilidad a ixodicidas.....	75
6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	76
7. REFERENCIAS.....	81
8. ANEXOS	87
CUADROS	87
1. Clasificación de material bibliográfico de acuerdo a la fuente de publicación.....	87
2. Calendario de eventos biológicos del venado cola blanca y actividades de manejo realizadas dentro de las UMAS	87
3. Números correspondientes a garrapatas <i>R. annulatus</i> cuantificados a través de 3 infestaciones sucesivas (generaciones) en venados cola blanca y ganado	87

4. Características de las UMAS del estado de Coahuila (municipio, tasa de autorización y tamaño de muestra de venados)	88
5. Características de los municipios del estado de Coahuila (altitud, extensión territorial, temperatura promedio, precipitación promedio, temporada de lluvias, heladas y tipos de climas)	89
6. Características de los municipios de Coahuila (hidrografía, flora, fauna y uso desuelo)	90
7. Características de la UMA “El Fénix” (clave, ubicación, superficie, temperatura, precipitación, porcentaje de humedad y lluvias).....	91
8. Características de la UMA “El Fénix” (tipo y uso de suelo, índice de agostadero, tipo de vegetación, hidrografía y tipos de climas).....	91
9. Especies de fauna silvestre autorizadas para el aprovechamiento cinegético dentro de la UMA “El Fénix”	92
10. Calendario de eventos biológicos del venado cola blanca y actividades de manejo realizadas dentro de la UMA “El Fénix”	92
11. Parámetros poblacionales de venados cola blanca dentro de la UMA “El Fénix”	93
12. Características de la población de venados cola blanca en la UMA “El Fénix” correspondientes al año 2004	93
FIGURAS	94
1. Ciclo biológico de las garrapatas <i>R. microplus</i> y <i>R. annulatus</i> en el bovino y en el venado cola blanca	94
2. Distribución de <i>R. microplus</i> en México de acuerdo a los registros de presencia a nivel municipal	94
3. Mapa de distribución de las zonas establecidas en la Campaña Nacional contra la Garrapata <i>Boophilus</i> spp. en México	95
4. Distribución geográfica de las zonas de cuarentena en Texas, EUA.	95

5. Dispositivo “4 poster” utilizado para el tratamiento acaricida en venados cola blanca de EUA.....	96
6. Mapa de distribución de las subespecies de venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>) que habitan en México	96
7. Venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>) juvenil.....	97
8. Venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>) macho	97
9. Venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>) hembra.....	97
10. Modelo epidemiológico para la garrapata <i>Rhipicephalus (Boophilus) spp</i> en el ganado bovino	98
11. Distribución espacial del modelo de Idoneidad del Hábitat (IH) para <i>R. annulatus</i> y <i>R. microplus</i> en la región Noreste de México y Sureste de Texas	98
12. Distribución espacial de los valores de reclutamiento (VR) para <i>R. annulatus</i> y <i>R. microplus</i> en la región Noreste de México y Sureste de Texas	99
13. Distribución espacial de la Probabilidad de Incidencia de Garrapatas (PIG) para <i>R. annulatus</i> y <i>R. microplus</i> en la región Noreste de México y Sureste de Texas.	99
14. Fórmula para detectar una enfermedad en una población	100
15. Cálculo de tamaño de muestra de venados a partir de la fórmula para detectar una enfermedad en una población utilizando el programa Win Episcope 2.0.....	100
16. Procedimiento para el desprendimiento de una garrapata	100
17. Mapa de la distribución espacial de las unidades de muestreo (UMAS) y de las características del hábitat asociadas al riesgo de infestaciones por garrapatas en el estado de Coahuila	101
18. Mapa de distribución espacial de las unidades de muestreo (UMAS) junto con el modelo predictivo de Idoneidad del Hábitat (IH) para <i>R. annulatus</i>	102

19. Mapa de distribución espacial de las unidades de muestreo (UMAS) en el estado de Coahuila	102
20. Mapa de la distribución espacial de la UMA “EL Fénix”	103
21. y 22. Formato de encuesta diseñado para ampliar la información sobre las características de los animales, hábitat y medidas de manejo implementadas en las unidades de muestreo (UMAS).....	104
23. Formato de encuesta diseñado para ampliar la información sobre las características de los animales, hábitat y medidas de manejo implementadas en las unidades de muestreo (UMAS).....	105

RESUMEN

SOLARES FLORES CARLOS ARMANDO. Diseño de una metodología de monitoreo para determinar la frecuencia e intensidad de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* y *Rhipicephalus (Boophilus) annulatus* en venados cola blanca del estado de Coahuila (bajo la dirección de: Dr. Héctor Quiroz Romero)

Las infestaciones de garrapatas del subgénero *Boophilus* representan uno de los principales riesgos para la producción de ganado en México. El venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) es un eficiente huésped reservorio, tanto de las poblaciones de garrapatas así como de los agentes infecciosos que transmiten (*Anaplasma marginale*, *Babesia bovis* y *Babesia bigemina*) y que causan enfermedades al ganado. El riesgo se incrementa en zonas donde cohabitan poblaciones de ganado bovino y venados, como en el caso de la región noreste de México (Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas). El estado de Coahuila tiene una alta densidad de ambas poblaciones animales, además de que mantiene una ubicación estratégica importante por su proximidad con la frontera de EUA (Texas). La vigilancia de las poblaciones de venados silvestres requiere de herramientas específicas de obtención de la información. Como parte de las estrategias empleadas en materia de sanidad animal se realizó una revisión y análisis de la literatura, con la finalidad de desarrollar una metodología que integra los métodos de colecta de información y toma de muestras, para poder implementar un plan de monitoreo dentro de las poblaciones de venados que se encuentran bajo el esquema de ganadería diversificada característico de las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAS) del estado de Coahuila. La información obtenida mediante el monitoreo servirá para la realización de investigaciones con un carácter más específico y mejorar las estrategias empleadas en el control de las garrapatas y de las enfermedades que transmiten.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Presentación

Las garrapatas afectan a la mayoría de los vertebrados terrestres y han coevolucionado junto con huéspedes de vida silvestre, viviendo en un estado de equilibrio. Los animales sirven como hospederos reservorios para las garrapatas y los agentes patógenos transmisores de enfermedades en el ganado, animales de compañía y humanos (Jongejan *et al.* 2004). Estos agentes infecciosos pueden ser transmitidos tanto de la fauna silvestre al ganado doméstico, así como del ganado doméstico a la fauna silvestre y ocasionalmente a humanos (Cantú-Martínez *et al.* 2008a).

Se sabe que *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* y *Rhipicephalus (Boophilus) annulatus*, prefieren utilizar como huésped al ganado bovino, pero en ausencia de éste, pueden adaptarse a una amplia gama de especies domésticas (equinos, cabras, borregos) y silvestre, incluyendo al venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) (Samuel *et al.* 2001).

El venado cola blanca texano (*O. v. texanus*) es la subespecie de mayor demanda cinegética en México y es en los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas (que constituyen la región noreste del país), donde se realiza la mayor actividad cinegética mediante la caza deportiva. En esta región, es común encontrar venados cola blanca y ganado bovino compartiendo la misma pastura (Cantú-Martínez *et al.* 2008b).

El venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) puede mantener poblaciones de garrapatas y funcionar como un huésped reservorio de enfermedades transmitidas por hemoparásitos (Cantú-Martínez *et al.* 2008b).

Es ampliamente conocido que las garrapatas del género *Rhipicephalus (Boophilus)* spp actúan como vectores dentro de la epidemiología de la Anaplasmosis del ganado (Cantú-Martínez *et al.* 2008b), además de que se ha mencionado juega un papel importante dentro de la transmisión de la Babesiosis bovina (Cantú-Martínez *et al.* 2008b; Labruna *et al.* 2009). El complejo que conforman *Rhipicephalus (Boophilus)* spp, *Babesia* spp y *Anaplasma marginale* se considera el de mayor impacto para la ganadería a nivel mundial (De Castro. 1997).

1.2. Antecedentes

En el año de 1993 se estimó que más mil millones de animales en el mundo son susceptibles a los efectos generados por diversas especies de garrapatas y a la transmisión de agentes infecciosos que causan enfermedades (Estrada-Peña *et al.* 2006d). Para el año 2004, se estimó que aproximadamente el 80% del total de los animales empleados para la ganadería, se encuentran afectados por las garrapatas (Jongejan *et al.* 2004).

A partir del 2005 se han realizado monitoreos de garrapatas en la región noreste del país, donde se ha detectado la presencia de agentes infecciosos como son *Babesia bigemina* y *Babesia bovis* en poblaciones de venados cola blanca (SAGARPA, 2008).

Como parte del fomento al sector de la producción pecuaria, con la finalidad de elaborar un diagnóstico preciso, aplicar las medidas de prevención y control de la garrapata; se expidió la Norma Oficial Mexicana NOM-019-ZOO-1994, que establece la serie de acciones que se aplican por medio de la campaña nacional contra la garrapata *Boophilus* spp. En cuanto a la vigilancia epidemiológica, la norma menciona que su aplicación se realizará a través de programas de muestreo y monitoreo (NOM-019-ZOO-1994. 1994).

El Plan Estratégico de la Campaña Nacional Contra la Garrapata *Boophilus* spp en México 2008-2012, menciona que para la aplicación de las medidas de operación en fauna silvestre, se encontrarán integradas por medio del “Plan del Sistema de vigilancia de la garrapata *Boophilus* spp en Fauna Silvestre”, coordinado entre la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Asociación Nacional de Ganaderos Diversificados Criadores de Fauna (ANGADI). Dentro de este programa, se pretende determinar el riesgo de infestación que representa la fauna silvestre (venados) en el ganado, dentro de las zonas donde cohabitan estas dos especies, por medio de una vigilancia continua a través de la franja fronteriza del norte del país en los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas (SAGARPA. 2008).

Debido a las condiciones económicas en nuestro país, la aportación por parte del gobierno y productores a las campañas zoonosanitarias se ha visto limitada. Esto también ha afectado las actividades de verificación y certificación zoonosanitaria, cuya función es de carácter preventiva, con el fin de limitar la introducción y diseminación de infestaciones. Estos aspectos representan un riesgo en lo referente a la comercialización tanto a nivel nacional como internacional. Tarea fundamental sobre todo en regiones de importancia estratégica, como es el caso de la franja fronteriza México – EUA, donde la principal tarea es la de poder limitar la expansión y la presentación de brotes (SAGARPA. 2008).

1.3. Justificación

Las infestaciones por garrapatas *R. microplus* y *R. annulatus*, representan un riesgo considerable para la producción ganadera. Este riesgo cobra mayor relevancia en regiones donde la ganadería constituye una de las principales actividades económicas. La región noreste de México constituye un área importante en cuanto a producción de ganado bovino, donde además existe una alta densidad de poblaciones de venado cola blanca compartiendo la misma superficie.

Los estados que constituyen esta región (Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas) ubican gran parte de su extensión territorial en proximidad con Estados Unidos y frontera con Texas, por lo que esta situación geográfica representa una posición estratégica importante.

El estado de Coahuila cuenta con un registro de 4,222 hatos y un total de 631,283 cabezas de ganado. La situación actual zoonosanitaria, en este estado, particularmente en la región de la Franja Fronteriza, es de que existe una prevalencia del 65.37% de hatos afectados por la presencia de la garrapata (SAGARPA. 2008).

Es de vital importancia vigilar las poblaciones de garrapatas *R. microplus* y *R. annulatus*, así como la interacción que mantienen con las poblaciones de venados cola blanca, razón por la cual debe de existir un sistema de vigilancia y monitoreo que permita evaluar la verdadera implicación que tiene la fauna silvestre.

La aplicación de un monitoreo permitirá coleccionar la información necesaria sobre: la frecuencia e intensidad de las infestaciones por garrapatas, el

comportamiento que mantienen los agentes infecciosos que transmiten y las características de resistencia o susceptibilidad de las poblaciones de garrapatas ante productos ixodicidas.

Los resultados que se obtengan mediante el monitoreo, permitirán elaborar un diagnóstico situacional para orientar la toma de decisiones en el diseño de las medidas de prevención y control que requiere esta región del país.

Por tales motivos y como parte de los programas en materia de vigilancia en salud animal, se propone una estrategia de monitoreo la cual describe la metodología de toma de muestras y toma en cuenta las consideraciones necesarias para implementarse dentro de las Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMAS) de tipo extensivo de la región noreste de México (Ley General de Vida Silvestre. 2006).

1.4. Objetivos

Hacer una revisión de la literatura de las diversas especies de garrapatas que afectan al ganado bovino y al venado cola blanca, con la finalidad de diseñar una metodología de monitoreo que describa las estrategias necesarias para vigilar el comportamiento que siguen las garrapatas y los agentes infecciosos que transmiten, dentro de las poblaciones de venados cola blanca que habitan en las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAS) de tipo extensivo del estado de Coahuila.

1.4.1. Objetivos específicos

1. Recopilar, clasificar y organizar la información de los temas que se encuentran enfocados a: las garrapatas (principalmente *R. microplus* y *R. annulatus*), los agentes infecciosos transmitidos por estas (principalmente *Anaplasma*, *Babesia* y *Borrelia*), el venado cola blanca y las características del hábitat presentes en el estado de Coahuila.
2. Integrar y analizar la información de las interacciones que mantienen las garrapatas y los agentes infecciosos que transmiten con el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en la región de estudio.
3. Desarrollar la metodología de monitoreo a partir de los siguientes puntos:
 - Definir los principios metodológicos y las características del estudio

- Seleccionar, caracterizar y esquematizar las unidades de muestreo
- Clasificar las variables de estudio y describir las características de las muestras
- Desarrollar la metodología de toma de muestras de campo y diseñar un formato de cuestionario
- Calendarizar la colecta de información

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El material se encuentra integrado principalmente por publicaciones bibliográficas, que se recopilaron a partir de bancos de información. La información se clasificó de acuerdo a su fuente y se organizó en temas.

En el capítulo de la revisión de la literatura se describen las características generales de las garrapatas del subgénero *Boophilus*, del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) así como las del esquema presente en la región de estudio.

La parte del análisis de la información, amplía el estudio de los eventos en los que intervienen las garrapatas y el venado cola blanca, además de que profundiza en la epizootiología de las enfermedades transmitidas por garrapatas y en las características medioambientales que condicionan su distribución.

La información previamente revisada y analizada, se complementó con conceptos referentes al diseño de estudios epidemiológicos y metodologías aplicadas al muestreo de garrapatas, para que de esta manera se pudiera diseñar la metodología de monitoreo de garrapatas en el venado cola blanca en el capítulo de resultados.

2.1. Bancos de información

Se realizó una búsqueda de referencias de material bibliográfico a través del Banco de Información en Medicina Veterinaria y Zootecnia (BIVE) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México. Para la búsqueda se emplearon las siguiente bases de datos: AGRIS, “Veterinary Science”, EMBASE, “Animal Production Database”, “Biological Abstracts” y “CAB Abstracts”.

Además de las referencias recopiladas por medio del BIVE, la búsqueda se complemento con la consulta en bases de datos especializados en Medicina y Ciencias de la Salud, cuyo acceso se encuentra disponible a través de internet y donde se encontraron publicaciones de revistas científicas o “journals”. Se consultaron los siguientes buscadores: “BioMed Central”, PubMed, BioOne, SciELO, ELSEVIER y redalyc.

La búsqueda de las publicaciones se hizo con el objetivo de recopilar la mayor cantidad de trabajos realizados en la región la región noreste de México y que se encuentra en frontera con Estados Unidos (Texas).

En las búsquedas se emplearon las siguientes palabras: garrapata, “tick”, “cattle tick”, “southern cattle tick”, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, *Rhipicephalus (Boophilus) annulatus*, venado cola blanca, “deer”, “white tailed deer”, *Odocoileus virginianus*.

2.1.1. Organización de la información

El material bibliográfico recopilado se clasificó de acuerdo a la fuente donde se encontró: libros, revistas científicas, tesis, memorias (simposios y congresos), manuales, compendios, planes, normas oficiales, leyes, páginas de internet y documentos electrónicos. La clasificación de las referencias consultadas, se muestra en el **Cuadro 1**.

La información de las diversas fuentes se organizó por temas en base a la relevancia y la frecuencia con la que se menciona la información dentro de las diferentes publicaciones. Se establecieron como temas principales las características que definen a: las garrapatas *R. microplus* y *R. annulatus* y el venado cola blanca *Odocoileus virginianus*.

- Dentro de los subtemas que comprenden el estudio de las garrapatas *R. microplus* y *R. annulatus* se clasificaron de la siguiente manera: características de identificación, ciclo biológico, distribución geográfica, efectos ocasionados por su presencia, control de las poblaciones y resistencia a ixodicidas.
- Los subtemas de estudio del venado cola blanca *Odocoileus virginianus* se clasificaron de la siguiente manera: las características de identificación, distribución geográfica y características biológicas y ecológicas.

Además se mencionan las características de los esquemas que definen a la región de estudio, como es el caso de la ganadería diversificada, de la región noreste de México y de las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAS).

Para el análisis de la información se consideró profundizar la interacción que mantienen las garrapatas, el venado cola blanca y el medio ambiente.

2.2. Bases de datos y planes de manejo

Gracias a las facilidades otorgadas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la Dirección General de Vida Silvestre (DGVS) y la Dirección General de Sanidad Animal, se pudieron consultar la base de datos y los planes de manejo tipo de las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAS) con aprovechamiento cinegético de tipo extensivo del estado de Coahuila.

A partir de la base de datos se seleccionaron las UMAS y se obtuvieron las claves para realizar la consulta de los planes de manejo tipo para cada UMA. La información obtenida se utilizó para caracterizar las UMAS y proporcionó los indicadores correspondientes a las poblaciones de venados cola blanca.

2.3. Software epidemiológico

Para la obtención del tamaño de muestra necesario en las poblaciones de venados cola blanca, se utilizó como herramienta el programa Win Episcopy 2.0. Este programa es empleado para la demostración de conceptos epidemiológicos y tiene utilidad para propósitos prácticos como en el diseño experimental. Con la ayuda de este programa se pudo hacer el cálculo para obtener un tamaño de muestra a partir de la fórmula para detectar una enfermedad en una población.

2.4. Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Gracias al Instituto de Geografía de la UNAM y a la DGVS de la SEMARNAT, se obtuvieron las coberturas del estado de Coahuila correspondientes a las UMAS, tipo de vegetación, uso de suelo y cuerpos de agua, con la finalidad de esquematizar la distribución espacial y su asociación con factores de riesgo identificados en la prevalencia de infestaciones con garrapatas *Rhipicephalus (Boophilus) spp.* Las coberturas obtenidas se trabajaron con la ayuda de los programas ArcGIS 9 y Google Earth.

3. REVISIÓN DE LA LITERATURA

3.1. Las garrapatas

Las garrapatas se han adaptado a la mayoría de los nichos terrestres del planeta y se han especializado en alimentarse de sangre de mamíferos, aves y reptiles (Domínguez-García *et al.* 2010).

Las garrapatas pertenecen al orden Acari, y se agrupan dentro del filo Arthropoda, que se caracteriza por poseer un esqueleto externo que protege a los órganos internos (Guglielmone *et al.* 2003).

Las garrapatas son ectoparásitos que pueden ejercer un papel como vector de una gran variedad de microorganismos patógenos (virus, espiroquetas, rickettsias, protozoos, cestodos y nematodos), muchos de los cuales constituyen agentes etiológicos de distintas enfermedades zoonóticas, que afectan al hombre, animales domésticos y silvestres (Guglielmone *et al.* 2003; Márquez-Jiménez *et al.* 2005).

Se reconoce la existencia de un total de 899 nombres que integran la lista de los géneros y especies válidos de garrapatas identificadas en el mundo (Domínguez-García *et al.* 2010).

Todas las especies de garrapatas que son de importancia médica y veterinaria pertenecen a los subórdenes Ixodidae y Argasidae (Rodríguez-Vivas. 1998). Las garrapatas de la familia Argasidae se divide en cuatro géneros: *Argas*, *Carios*, *Ornithodoros* y *Otobius* (Jongejan *et al.* 2004).

En la familia Ixodidae se incluyen 713 especies. En el género *Ixodes* se enlistan 249, *Amblyomma* 142, *Dermacentor* 36, *Haemaphysalis* 166, *Hyalomma* 25 y *Rhipicephalus* con 79 (incluyendo las 5 especies que pertenecen al género *Boophilus*) (Domínguez-García *et al.* 2010).

Aproximadamente el 80% de la fauna mundial de garrapatas pertenecen a la familia Ixodidae (Jongejan *et al.* 2004), que se distingue por poseer placas de quitina, razón por la que se les denomina como garrapatas duras, y se caracterizan por presentar un dimorfismo sexual notorio (Jongejan *et al.* 2004; Quiroz. 2005).

En México se han identificado 77 especies de garrapatas teniendo mayor importancia para el ganado bovino: *R. microplus*, *R. annulatus* y *A. cajennense*

(Rodríguez-Vivas. 1998). Con referencia a la fecha de publicación de estos datos es probable que existan y se hayan reportado otras especies dentro del territorio nacional.

Las garrapatas de la familia Ixodidae, se caracterizan por que todos los estadios evolutivos poseen el capítulo en posición anterior. Los machos presentan un escudo grande, siendo en las hembras pequeño en su porción anterior (Quiroz. 2005). Las áreas porosas están presentes en la base del capítulo de los machos, el cual es siempre anterior y visible dorsalmente. Los estigmas respiratorios están localizados en la parte posterior de la coxa 4. De acuerdo con los estadios de desarrollo, las larvas se caracterizan por poseer tres pares de patas y las ninfas 4 pares de patas con la ausencia de abertura genital (Quiroz. 2005).

3.1.1. Características de *R. microplus* y *R. annulatus*

Debido a la cercana relación filogenética y evolutiva, las 5 especies del género *Boophilus* han sido colocadas por Horak *et al.* (2002) en el género *Rhipicephalus*. Este cambio en la nomenclatura ha mantenido el nombre de uso común *Boophilus* como subgénero (Jongejan *et al.* 2004). Con el fin de evitar confusiones, en el presente trabajo se hará referencia a las especies del subgénero *Boophilus*, anteponiendo el nombre del género *Rhipicephalus*, entendiéndose de la siguiente manera: *Rhipicephalus microplus* y *Rhipicephalus annulatus*.

Las garrapatas del subgénero *Boophilus* son garrapatas de un sólo huésped y completan su ciclo en su fase parasítica, desde larva hasta la fase como hembra repleta, en aproximadamente 3 semanas (Jongejan *et al.* 2004). Tanto *R. microplus* como *R. annulatus* tienen un carácter mono-tropical y preferencia por el ganado bovino (Pérez. 2001; Jongejan *et al.* 2004), aunque existe el registro de su presencia en una amplia variedad de hospedadores, tales como: equinos, caprinos, ovinos y caninos (Guglielmone *et al.* 2003).

Las garrapatas del subgénero *Boophilus* poseen las siguientes características morfológicas: los palpos son cortos y están anillados tanto dorsal como lateralmente; la base del capítulo es de forma hexagonal, tienen ojos y no tienen festones; además de que las placas estigmáticas tienen forma redonda u oval; los machos presentan patas normales, placas adanales y accesorias; el surco

anal es tenue y las estructuras caudales pueden estar o no presentes; en la hembra el surco anal no se distingue o se encuentra ausente (Quiroz. 2005).

La especie *R. microplus* se diferencia del resto del género *Rhipicephalus*, por que las valvas son crestadas tanto dorsal como lateralmente y carece de festones (Gaxiola. 2008). El macho de *R. microplus* se caracteriza por poseer una proyección caudal en el extremo posterior (Quiroz. 2005), esta característica está ausente en *R. annulatus* (Guglielmone *et al.* 2003). La hembra de *R. microplus* presenta en la coxa I dos espinas desarrolladas, mientras que la hembra de *R. annulatus* posee una espina interna escasamente desarrollada (Guglielmone *et al.* 2003) o bien no puede estar presente (Quiroz. 2005).

Se ha comprobado que tanto *R. microplus* como *R. annulatus* pueden funcionar como vectores para la transmisión de agentes infecciosos causantes de enfermedades importantes para la industria del ganado, tal es el caso de: *Anaplasma marginale* (Anaplasmosis bovina), *Babesia bovis* y *Babesia bigemina* (Babesiosis bovina), además de que *R. microplus* también puede transmitir *Theileria equi* (Piroplasmosis equina) (Jongejan *et al.* 2004).

3.1.2. Ciclo biológico de *R. microplus* y *R. annulatus*

Los seres vivos adaptados a una asociación biológica como el parasitismo, cumplen su ciclo de vida en dos etapas: un ciclo de vida no parasítico o ciclo de vida libre que se completa en el suelo como forma larval; y un ciclo parasítico sobre el hospedero durante el cual las garrapatas se alimentan y reproducen (Gallardo *et al.* 1999).

Las garrapatas ixódidas poseen un ciclo de vida común en el que se reconocen 4 estadios: huevo, larva, ninfa y adulto. Las especies cuyos estadios se alimentan del mismo individuo se conocen como garrapatas de un sólo hospedador (Rodríguez-Vivas. 2006). Los ixódidos sólo tienen un estadio ninfal, a diferencia de los argásidos que pueden tener hasta 5 (Gaxiola. 2008).

Las garrapatas del subgénero *Boophilus* ovopositan entre 2000 y 5000 huevecillos, los cuales incuban en un periodo de 17 a 21 días a una temperatura de 20.6° C y 80% de humedad relativa. Si las condiciones son favorables el ciclo

puede completarse en 37 días, pero en condiciones de adversidad puede prolongarse hasta 281 días (Bazán. 2002).

La eclosión de las larvas es favorable durante las temporadas en las que la temperatura se encuentra entre 25°C a 35°C y una humedad relativa del 95%. Bajo condiciones de laboratorio el porcentaje de eclosión puede alcanzar el 80% (Rodríguez-Vivas. 2006).

De los huevos nacen larvas hexápodas, las que poco después trepan al pasto y llegan hasta el extremo superior del mismo (geotropismo negativo), que es indicativo para considerar a la larva como infestante. La búsqueda de huésped es característica de los estadios post-embrionarios de los ixódidos (Gaxiola. 2008). En el pasto la larva se mantiene en el lado sombreado de las hojas, protegiéndose de los rayos directos del sol, moviéndose conforme el día avanza. En campo abierto, las larvas pueden distribuirse desde los 30 a 80 m, así como el transporte casual por otros huéspedes no adecuados puede abarcar desde los 30m hasta los 0.8 km (Gaxiola. 2008).

Las garrapatas *R. microplus* y *R. annulatus* pueden detectar al huésped mediante quimiorreceptores, los cuales perciben el bióxido de carbono que expelen el vertebrado por medio de la respiración (Rodríguez-Vivas, 2006). Cuando las larvas detectan la presencia de un huésped; adoptan una posición característica, deteniéndose sobre sus patas posteriores y extendiendo el par anterior tratando de adherirse a la piel del hospedero (Rodríguez-Vivas, 2006).

Dentro de la fase parasítica, desde la fijación al huésped como larva, hasta el desprendimiento como hembra repleta; se lleva a cabo el proceso de muda, alimentación y cópula (Gaxiola. 2008).

La muda que se completa sobre el huésped, se cree es debido a una adaptación a huéspedes que son grandes mamíferos errantes (Gaxiola. 2008). Se ha demostrado la existencia de una comunicación mediada por feromonas que influye en la agrupación, apareamiento y el encuentro con el huésped (Gaxiola. 2008).

La fase parasítica inicia cuando la larva se adhiere a la piel del hospedero; de esta manera se alimenta de líquidos tisulares, se repleta y hay una disminución

gradual de los movimientos de las extremidades hasta la total inmovilidad; en este momento se inicia la primera muda (metalarva), estado con doble cutícula del que una vez producida la ecdisis o desprendimiento del exoesqueleto surge la ninfa; la cual fija su hipostoma a la piel del animal, se alimenta de sangre hasta repletarse y paulatinamente reduce sus movimientos generando una segunda muda (metaninfa); para después de la ecdisis dar origen a machos o hembras. Las ninfas y los adultos poseen ocho patas (Gaxiola. 2008).

La hembra emite feromonas que atraen al macho para llevar a cabo el apareamiento. Durante la cópula el macho transfiere a la hembra un espermátforo que contiene los espermatozoides. Las hembras se repletan de sangre durante las últimas 24 horas de infestación; se desprenden del hospedero y en el suelo inician un nuevo ciclo (Gaxiola. 2008).

En cada estadio se necesita ingerir sangre para realizar el proceso de muda y en el caso de las hembras ingurgitadas para la oviposición (Gaxiola. 2008).

En las garrapatas ixódidas, el número de huevos producidos se encuentra relacionado con el peso de la hembra ingurgitada. Las hembras adultas de *R. microplus* depositan los huevecillos en el suelo, que van desde 100 hasta los 18,000 (Gaxiola. 2008).

La fase no parasítica abarca desde el desprendimiento de la hembra de su hospedero hasta la aparición de las larvas en la vegetación (Guglielmone *et al.* 2003).

Un ejemplo del ciclo de *R. microplus* y *R. annulatus* en el ganado y en el venado cola blanca se muestra en la **Figura 1**.

3.1.3. Distribución geográfica de *R. microplus* y *R. annulatus*

La garrapata *R. microplus* se considera como una grave plaga del ganado en países con zonas tropicales y subtropicales (Estrada-Peña *et al.* 2006d).

La especie *R. microplus* se distribuye en: el Este y Sureste de África; y el Sur y Centro de América (Jongejan *et al.* 2004). La especie *R. annulatus* se encuentra en la región del Mediterráneo, en el Sureste de Rusia y Medio Oriente; y extiende

su distribución hacia el Sur desde el Oeste de África al Sureste y Centro de Sudán (Jongejan *et al.* 2004).

En México, *R. microplus* presenta un área de distribución que abarca zonas tropicales, templadas y áridas; adaptándose a una amplia variedad de condiciones de hábitat, manifestando patrones regionales de comportamiento biológico y ecológico (Rodríguez-Vivas. 1998; Gaxiola. 2008). Cubre el 53.3% del territorio nacional en una superficie de 1,043,772.4 km² (Gaxiola. 2008). La distribución de *R. annulatus* presenta mayor afinidad por zonas áridas y templadas; abarcando una superficie que cubre el 27% del país (Rodríguez-Vivas. 1998).

Las principales características del clima muestran un patrón bien definido en México, donde las temperaturas son bajas en la parte central del país. *R. microplus* se ha encontrado en 274 de 1736 municipios de México. Su distribución, sigue un patrón de dos líneas paralelas; una en la costa del atlántico y otra en el golfo, encontrándose comúnmente en la península de Yucatán (Estrada-Peña *et al.* 2006d). La distribución de *R. microplus* en México se muestra en la **Figura 2**.

3.1.4. Efectos de *R. microplus* y *R. annulatus*

Se ha descrito que los efectos directos ejercen una acción traumática, tóxica, infecciosa y expoliatriz. Los efectos indirectos se asocian: al deterioro de la piel, la disminución en la producción de carne y leche, al retardo en el crecimiento, a la dificultad para la aclimatación de las razas seleccionadas y a la predisposición de contraer enfermedades (Gallardo *et al.* 1999).

Además se han descrito estos efectos en el ganado bovino: pérdida de peso, baja conversión alimenticia, el desarrollo de miasis, dermatosis, inflamación, edemas en el sitio de la lesión, anemia, toxicosis, la transmisión de agentes patógenos y muerte (Gaxiola. 2008).

Durante la infestación se establece una relación muy estrecha con el hospedero bovino en los sitios en donde la larva se fija a la piel por medio de su aparato bucal. En estos sitios, las glándulas salivales secretan: enzimas digestivas, inhibidores de la coagulación y otras sustancias activas; que aseguran una relación inmunológica favorable al parásito, sustancias tales como: inactivadores del complejo inmunológico del complemento, bradiquinina, anafilotoxina, histamina,

substancias que impiden la agregación de neutrófilos y la activación de linfocitos T; y en algunos casos agentes antiinflamatorios (Cruz. 1995).

Se reconoce que las garrapatas sólo han llegado a constituir un problema para la ganadería, cuando un huésped silvestre entra en contacto con el ganado, cuando el hombre introduce el ganado dentro de regiones infestadas o moviliza ganado infestado con garrapatas dentro de regiones no infestadas (Jongejan *et al.* 2004).

3.1.4.1. Impacto económico

Las garrapatas son artrópodos muy perjudiciales para la economía de los productores de ganado. Esto se debe al efecto que ocasionan al alimentarse y por las enfermedades transmitidas por patógenos al ganado (Gaxiola. 2008).

Las pérdidas económicas en la ganadería bovina de Argentina se atribuyeron a: la disminución en el índice de parición, pérdida de carne, pérdida de cueros y por los costos en la aplicación de tratamientos ixodicidas (Gallardo *et al.* 1999).

En regiones con infestaciones de *Rhipicephalus (Boophilus) spp*, existe un impacto a la economía de la industria del ganado bovino; reduciendo tanto la ganancia de peso como la producción de leche. En estas regiones se observa un efecto que disminuye la productividad y deteriora la salud animal (Gaxiola. 2008).

Se ha observado que bovinos adultos que presentan un alto grado de infestación, pueden perder al año hasta 90 litros de sangre, equivalente a una pérdida diaria de 250 ml por animal (Gaxiola. 2008).

Las garrapatas tienen un efecto nocivo directo sobre la ganancia de peso de los animales. En el ganado de engorda cada garrapata adulta repleta de sangre ha demostrado reducir la ganancia de peso diaria en 0.6 g. La FAO menciona que las pérdidas económicas que ocasiona *R. microplus*, por disminución en la ganancia de peso, se han estimado en 7.3 US dólares/animal/año. Asimismo; las garrapatas producen bajas en la fertilidad, mayor tiempo en la engorda y dificultan la importación de razas mejoradas para incrementar la calidad genética en áreas infestadas (Rodríguez-Vivas. 2006).

La FAO (The Food and Agriculture Organization of the United Nations) menciona que en países desarrollados que cuentan con suficientes servicios

médico veterinarios, las pérdidas se encuentran entre un 10 y 20% del valor de la producción; mientras en algunas regiones de países como México, las pérdidas pueden alcanzar hasta un 30 o 40% (Gaxiola. 2008).

Se estima que en México las garrapatas y sus enfermedades que transmiten producen pérdidas a la ganadería bovina de aproximadamente 48 millones de dólares anuales (Rodríguez-Vivas. 2006).

3.1.5. Control de la garrapata

El hombre ha intentado controlar la garrapata por medio de diversos mecanismos, entre los que se pueden citar: acaricidas químicos, agentes biológicos, manejo genético, vacunas y manejo zootécnico integral (Bazán. 2002). Los costos para controlar la garrapata en el mundo, se calculan en 7 mil millones de dólares (Bazán. 2002).

En grandes regiones y continentes; la erradicación de las garrapatas, en la mayoría de los casos, no es un objetivo realista; sobre todo por el riesgo existente del restablecimiento de las poblaciones de garrapatas por medio de la resistencia a los acaricidas y por la presencia de huéspedes susceptibles, como en el caso de las regiones donde el venado habita en grandes números (Jongejan *et al.* 2004).

En la planeación del combate contra la garrapata, es fundamental conocer: las especies involucradas, su bioecología y dinámica poblacional. La comprensión del comportamiento poblacional de las garrapatas; permite conocer los picos poblacionales, a fin de conducir al establecimiento de programas estratégicos. La aplicación de este sistema está plenamente justificado, ya que de acuerdo con lo mencionado por Johnston *et al.* (1981); esto genera menor costo, menor contaminación ambiental y se observa un retardo en la aparición de la resistencia (Alvarez *et al.* 2003a).

La prevención y control forman parte de las medidas zoonosanitarias aplicadas por medio de las campañas. El control de la garrapata *Rhipicephalus (Boophilus)* spp en México tuvo su origen en la segunda década del siglo XX (NOM-019-ZOO-1994. 1994). El gobierno mexicano desde 1975, estableció un programa para erradicar *R. microplus* con productos químicos mediante el uso de baños garrapaticidas. El programa mostró un limitado avance, ya que las metas de

erradicación no se lograron, sobre todo en regiones con una alta presencia de garrapata; debido a la aplicación indiscriminada de tratamientos y a la consiguiente aparición del fenómeno de resistencia a los acaricidas; como en el caso de los organofosforados y piretroides (Gaxiola. 2008).

3.1.5.1. Campaña nacional contra la garrapata *Boophilus* spp.

En el año de 1992, surgió el programa de control de la garrapata *Boophilus* spp y en 1994 se establece la Campaña Nacional contra la Garrapata *Boophilus* spp por medio de la NOM-EM-004-ZOO/1994. A partir de 1996 el control de la garrapata se realiza en forma individualizada por los productores, contando con la asesoría y el apoyo del Gobierno Federal; a través de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agropecuaria (SENASICA), los Gobiernos Estatales, Comités de Fomento y Protección Pecuaria de los Estados así como de las Organizaciones de Productores (NOM-019-ZOO-1994. 1994). La inversión anual de la campaña nacional contra la garrapata en el año 2009 fue de un total de \$36,479,146 (SAGARPA. 2008).

Dentro de la campaña nacional contra la garrapata *Boophilus* spp, se reconocen las fases que se pueden aplicar de acuerdo a los distintos niveles del territorio del país (municipal, regional y estatal) como: control, erradicación y libre. El mapa de distribución de las zonas establecidas en la campaña se muestra en la **Figura 3.**

De acuerdo con la NOM-019-ZOO-1994, en todas las fases de la campaña es requisito contar con un sistema de muestreo y monitoreo; para la realización de la vigilancia de las infestaciones de garrapatas, de las enfermedades que transmiten y de sus características de resistencia o susceptibilidad a productos ixodicidas (NOM-019-ZOO-1994. 1994).

En lo que respecta a la fauna silvestre, las acciones se encuentran coordinadas por: la SAGARPA, la SEMARNAT y la Asociación Nacional de Ganaderos Diversificados Criadores de Fauna (ANGADI); por medio del plan del sistema de vigilancia de la garrapata *Rhipicephalus* (*Boophilus*) en fauna silvestre.

En cuanto a los avances y a las acciones programadas, se tiene contemplado realizar un análisis continuo en la franja fronteriza del norte del país; en los estados de Nuevo León, Coahuila y Tamaulipas durante el periodo 2008 a 2012 (SAGARPA. 2008).

Dentro de Texas se han establecido 3 zonas de cuarentena. Una abarca una superficie de 1,287 km²; y se encuentra en los condados de Webb, Dimmit y Maverick. Otra zona de 1714km², se encuentra dentro de los municipios de Zapata y Starr. La tercera zona de 618 km², está ubicada en los condados de Hidalgo y Starr. Estas zonas se establecieron debido a la dispersión de las especies de fauna silvestre (Pound *et al.* 2010). Las zonas de cuarentena establecidas para el estado de Texas, EUA se muestra en la **Figura 4**.

3.1.5.2. Control con ixodicidas

El método más utilizado de control que se ha utilizado es mediante el uso de productos químicos conocidos como ixodicidas, los cuales se aplican en el cuerpo del huésped a intervalos específicos determinados por: la región ecológica, especies a combatir y eficacia ixodicida. La aplicación tópica es mediante: baños de inmersión o aspersion (mecánica y manual) y preparaciones pour-on (epicutáneas) (Gaxiola. 2008).

Entre las principales familias de productos que se han usado para el control de la garrapata se encuentran: arsenicales, organoclorados, organofosforados, carbamatos, piretroides, amidinas cíclicas e ivermectinas (Gaxiola. 2008).

Se ha descrito que el control químico, aunque efectivo ha sido parcialmente exitoso, ya que trae consigo serios problemas de contaminación de carne y leche. Por su toxicidad causan efectos sobre la salud animal y humana, además de que pueden causar un impacto ambiental considerable; por lo anterior, se ha prohibido el uso de muchos de ellos. Adicionalmente, debido a la aparición de poblaciones resistentes, ha provocado que los ganaderos realicen un mayor número de aplicaciones al año e incluso que incrementen la dosis; contribuyendo así a elevar los costos (Bazán. 2002).

3.1.5.3. Control inmunológico

El problema de resistencia de garrapatas a los ixodicidas ha motivado el interés por el desarrollo de alternativas para evitar la infestación de los artrópodos y a la vez bloquear la transmisión de enfermedades que transmiten a sus hospedadores. Las garrapatas, se alimentan de sangre lentamente manteniéndose adheridas al hospedador por varios días, esto las pone en contacto con la respuesta inmunológica, provocando una asociación entre el epitelio intestinal de la garrapata y los anticuerpos del hospedador (Domínguez-García *et al.* 2010).

La identificación de antígenos como el Bm86 y Bm95 en células intestinales de la garrapata *R. microplus*, son el primer ejemplo de antígenos utilizados en vacunas para el control de garrapatas. La respuesta a la vacunación con estos antígenos produce anticuerpos que al estar en contacto con la garrapata provocan lisis de las células intestinales, trayendo como consecuencia la reducción en la sobrevivencia del artrópodo, disminución del peso y de la fertilidad (Domínguez-García *et al.* 2010).

La utilización de estas vacunas muestra tener una efectividad menor comparada con el uso de acaricidas por lo que se recomienda su uso sea una alternativa más para integrarse junto con otros mecanismos de control (Fernández-Ruvalcaba. 2005).

3.1.5.4. Control Integrado de Parásitos

Los beneficios económicos reportados en el control de las garrapatas, están en dependencia de una efectiva estrategia de control integral, donde se combine el uso de métodos alternativos para el control, que permita la implementación de programas de manejo integral de garrapatas (Fernández-Ruvalcaba. 2005).

Ya se ha mencionado de la necesidad de utilizar métodos de control alternativos que permitan disminuir el uso de acaricidas, dando así un mayor tiempo de vida a la utilización de este recurso (Gaxiola. 2008).

Se han utilizado los cultivos con leguminosas y pastos tropicales que muestran tener un efecto anti-garrapata (Fernández-Ruvalcaba. 2005). Además se ha estudiado la posibilidad de utilizar machos estériles por medio de tecnologías de hibridación (Gaxiola. 2008).

En forma natural, las poblaciones de garrapatas pueden ser reguladas por una diversidad de organismos como: aves, ratas, ratones, lagarto Arco Iris (*Agama agama*), hormigas, nematodos, hongos entomopatógenos, extractos de plantas como *Stylosanthes scabra*. De los anteriores, el uso de hongos, nematodos y extractos de plantas pueden ser manipulados para el control de la garrapata, sin temor a contaminar (Bazán. 2002).

3.1.5.4.1. Hongos entomopatógenos

Un método de control biológico es a partir de la utilización de hongos entomopatógenos como *Metharizium anisopliae*, aislado a partir de garrapatas *R. microplus* del norte de México. Se ha comprobado que esta especie de hongo es patógeno para diferentes especies de garrapatas, incluyendo a: *Ixodes scapularis*, *Amblyomma variegatum*, *R. microplus* y *R. annulatus* (Fernández-Ruvalcaba. 2005).

M. anisopliae penetra directamente a través de la cutícula y actúa por medio de mecanismos enzimáticos y mecánicos. La evaluación de *M. anisopliae* cepa ESC1, muestra que es altamente infectivo, para cepas de *R. microplus* susceptibles y resistentes a organofosforados, bajo condiciones de laboratorio. Se demostró, que existe una correlación entre la infectividad y la concentración de esporas de *M. anisopliae*. Los resultados apoyan también estudios previos donde muestran que un aumento en la infectividad fungal se presentan por encima de cierta concentración de esporas sobre la garrapata *Ixodes scapularis* (Fernández-Ruvalcaba. 2005).

3.1.5.5. Control en poblaciones de venados cola blanca

En ranchos del condado de Webb (Texas), donde se han encontrado infestaciones crónicas con *R. annulatus* y han fallado las estrategias de control, como es el descanso de pasturas o el empleo de baños garrapaticidas, se ha empleado como medida de erradicación, la alimentación con maíz medicado con ivermectina (Pound *et al.* 2010).

Adicionalmente a esta suplementación en el alimento, se han colocado dispositivos, cuya patente pertenece al "Agricultural Research Service" ("4 poster"); que por medio de unos rodillos impregna una sustancia acaricida en áreas como la cabeza y cuello de los venados, al momento en que estos se alimentan en los contenedores (**Figura 5**). Existen otros dispositivos, cuyo principio es el mismo que

el del "4 poster", como es el caso del "2 poster", el cual se puede adaptar a los comederos existentes. Este dispositivo utiliza la suplementación de lactonas macrocíclicas y se distribuye en los comederos durante la temporada de caza, periodo en el que se encuentra prohibido el tratamiento con acaricidas (Pound *et al.* 2010).

3.1.6. Resistencia a ixodicidas

El desarrollo de resistencia es un proceso evolutivo que aparece por selección genética. La resistencia se define como la capacidad adquirida, por individuos de una población parásita que les permite sobrevivir a dosis de químicos que generalmente son letales para una población normal (Alonso-Díaz. 2006).

La resistencia cruzada es el mecanismo que utilizan los insectos para sobrevivir a la exposición de insecticidas relacionados químicamente, usando un patrón de detoxificación genérico. La resistencia múltiple es la utilización de varios mecanismos hacia la acción de varias clases de insecticidas no relacionados químicamente (Alonso-Díaz. 2006).

El uso frecuente de ixodicidas ha provocado la selección de poblaciones de garrapatas resistentes. Entre los principales problemas generados por la resistencia a químicos se encuentran la disminución progresiva de insecticidas efectivos y elevado costo del desarrollo de nuevos insecticidas (Alonso-Díaz. 2006).

Existe un patrón de desarrollo exponencial entre el descubrimiento de nuevos insecticidas y el desarrollo de especies resistentes a estos nuevos productos; se caracteriza por ocurrir a través de los años en menor período de tiempo: para DDT (Dicloro Difenil Dicloroetano) la resistencia se presentó 6.3 años después de salir al mercado, Lindano a los 5 años, Organofosforados a los 4 años, Carbamatos a los 2.5 años y Piretroides sintéticos a los 2 años (Alonso-Díaz. 2006).

Se ha encontrado variación entre cepas en cuanto al nivel de susceptibilidad de *R. microplus* a la cipermetrina. Se piensa que puede estar asociado a factores tales como: la migración de larvas entre ranchos, razas de los animales, sobrevivencia larvaria, refugio y la intensidad en el uso de ixodicidas (Cabrera-Jiménez. 2008).

3.2. El venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*)

El venado cola blanca tiene un valor económico, estético y cultural. Es altamente apreciado por su valor cinegético y su imagen carismática (Ortiz-Martínez. 2005).

La familia Cervidae se encuentra ampliamente distribuida en el continente americano. En México se reconocen cuatro especies: el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), el venado bura (*Odocoileus hemionus*) y los venados *Mazama americana* y *Mazama pandora* (SEMARNAT. 2008).

El venado cola blanca texano (*Odocoileus v. texanus*) es la subespecie de mayor demanda cinegética en México y es en el noreste del país, donde se realiza la mayor actividad cinegética. Sin embargo, esta especie sufrió una reducción importante en su población e incluso desapareció de algunas zonas del país durante la década de 1960's, cuando se encontraba catalogada bajo peligro de extinción.

Después de una revaloración de la importancia ecológica y socioeconómica de la especie; se realizaron programas de conservación y repoblación de la subespecie *O. virginianus texanus*, logrando su restablecimiento en el noreste del país (Logan-López *et al.* 2007). Durante las décadas pasadas la población de venado cola blanca texano, se incrementó considerablemente en el noreste de México (Cantú-Martínez *et al.*, 2008a).

3.2.1. Distribución geográfica

El venado cola blanca es la especie de cérvido con mayor distribución. Se han identificado 38 subespecies de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en el continente americano (Ortiz-Martínez. 2005; SEMARNAT. 2008).

En México existen 14 subespecies que se distribuyen en prácticamente todo el país; cubriendo el 92.7% del territorio nacional, con excepción en la península de Baja California (Ortiz-Martínez. 2005; SEMARNAT. 2008) (**Figura 6**).

La amplitud de su distribución se debe a su adaptabilidad a una gran variedad de hábitats, tipos de vegetación y condiciones climáticas. Puede habitar desde tierras bajas hasta sistemas montañosos por encima de los 3,000 m de altitud (Ortiz-Martínez. 2005). Inclusive se encuentra en bosques con alto grado de

perturbación en el Eje Neo-volcánico, zonas ganaderas y agrícolas además en los alrededores de poblados de tamaño regular (SEMARNAT. 2008).

3.2.2. Características biológicas y ecológicas

El venado cola blanca es de tamaño mediano y se caracteriza por tener un cuello largo y relativamente grueso. La coloración superior varía, del café castaño brillante a grisáceo en verano, al gris o pardo durante el invierno; esto de acuerdo a la localidad y a la época del año (SEMARNAT. 2008). En la región ventral y en porciones de la cabeza, el pelaje es de color blanco; y los ejemplares juveniles presentan manchas blancas dorsales (**Figura 7**). La talla varía ampliamente según la subespecie. Los machos presentan astas ramificadas con una rama basal de donde parten las ramificaciones, las cuales muda al inicio del año. En ocasiones presentan astas sencillas sin ramificaciones (aleznillos) (SEMARNAT. 2008) (**Figura 8**).

El venado cola blanca es una especie que presenta “territorialidad facultativa”. Los machos adultos defienden su territorio, lo marcan tallando sus astas contra árboles y arbustos, y por medio de marcas olfativas de orina en agujeros que hacen con las patas. Durante la época no reproductiva aparentemente no defienden ningún territorio (SEMARNAT. 2008).

Para los machos, una dieta rica en nutrientes durante el inicio del desarrollo de astas, es favorable para el crecimiento de las astas e incrementar el peso corporal; factores importantes para tener un mayor éxito para aparearse. Asimismo, las hembras mejor alimentadas podrán parir crías más fuertes y con mayor posibilidad de desarrollarse (Bello-Gutiérrez. 2004).

La dieta del venado cola blanca, se adapta a los diferentes recursos y varía de acuerdo a la distribución. Se ha observado en las regiones del norte del país, preferencia por: el nopal (*Opuntia* sp), mezquite (*Prosopis* sp), frutos de encino (*Quercus* sp) y especies cultivadas de (frijol, chile y maíz); sin embargo el margen de especies de las que se alimenta es muy amplio. Los picos de actividad forrajera se presentan principalmente durante la mañana. Como herbívoro, modifica la estructura de los tipos de vegetación al ramonear árboles y arbustos (SEMARNAT. 2008).

En México los principales depredadores de venados adultos y juveniles son: el puma (*Puma concolor*) y el jaguar (*Panthera onca*); de crías y juveniles el coyote (*Canis latrans*), el lince (*Lynx rufus*) y el ocelote (*Leopardus pardalis*); en tanto que el oso negro (*Ursus americanus*) y el águila real (*Aquila chrysaetos*) son depredadores ocasionales de crías (SEMARNAT. 2008).

El venado cola blanca tiene un patrón de actividad marcado durante las primeras horas del día y el crepúsculo, sin embargo, su actividad está principalmente determinada por: el sexo, edad, época reproductiva, presencia de depredadores y/o competidores, la disponibilidad de alimento, agua y cobertura y a las actividades humanas. En los patrones de distribución es importante considerar los cambios climáticos estacionales de acuerdo a la región. Todos estos factores influyen sobre la actividad y el tamaño de las poblaciones de del venado cola blanca (Ortiz-Martínez. 2005; SEMARNAT. 2008).

El ámbito hogareño varía de acuerdo a: la subespecie, área de distribución, condición reproductiva, disponibilidad de recursos y calidad del hábitat. Se ha identificado en Arizona, que el ámbito hogareño promedio de la subespecie *O. v. couesi* es de 5.18 km² para las hembras y de 10.57 km² para los machos; la zona núcleo de este ámbito hogareño es de 1.89 km² y 4.47 km² respectivamente (SEMARNAT, 2008).

El grupo social que se encuentra con mayor frecuencia, es el que forman la hembra (**Figura 9**) y las crías de la misma camada. Los machos se asocian sólo durante la época no reproductiva en grupos de 1 o 2 machos adultos con 2 o 3 juveniles de entre 1.5 a 2.5 años. Durante la época reproductiva se forman parejas temporales para el apareamiento. Las asociaciones de mayor tamaño son poco frecuentes, aunque se pueden llegar a observar 2 hembras (la madre y la hija del año anterior) con crías (SEMARNAT. 2008).

Las hembras sólo defienden los territorios de parto y crianza. El apareamiento tiene lugar entre junio y febrero; en las regiones tropicales se presenta más temprano y en las zonas áridas, templadas y frías es más tardío (SEMARNAT. 2008).

El periodo de gestación del venado cola blanca se encuentra alrededor de los 200 días y normalmente las camadas consisten en 1 o 2 crías. La hembra es la encargada de la totalidad de los cuidados parentales. El destete se presenta aproximadamente a los 5 o 6 meses, sin embargo se ha observado que en algunas subespecies ocurre más temprano, aproximadamente a los 2 meses y medio; lo que se cree puede deberse a consecuencia del alto gasto energético que implica la lactancia, la severidad climática y la escasez de recursos. La dispersión de su ámbito natal, se presenta de los 1 a los 3 años de edad como resultado de la competencia intra-específica que se encuentra fuertemente ligada al sexo. Las hembras primerizas por lo general tienen una cría y en los siguientes partos producen dos o hasta tres crías, si el área es productiva (SEMARNAT. 2008).

Se pueden distinguir tres épocas, de acuerdo a los requerimientos fisiológicos del venado: la reproductiva o de celo (noviembre-febrero), post-reproductiva o de gestación (marzo a junio) y crianza (julio-octubre) (Bello-Gutiérrez. 2004). Un ejemplo de un calendario de eventos biológicos del venado cola blanca dentro de una UMA del estado de Coahuila se muestra en el **Cuadro 2**.

Cuando la disponibilidad de recursos es alta, el venado dedica más tiempo a la búsqueda y selección de alimento rico en nutrientes; lo que influye en sus preferencias de hábitat en el área de estudio, siendo más selectivo, principalmente en años con altas precipitaciones (Bello-Gutiérrez. 2004).

Las especies arbustivas contribuyen de manera importante en la dieta del venado cola blanca, ya que proporcionan cobertura; protegiéndolo de los depredadores y el hombre (Ortiz-Martínez. 2005).

El venado cola blanca es una especie que se desplaza por sistemas de senderos que llevan a echaderos, zonas de alimentación y rutas de escape; donde es común observar huellas y excretas. Los echaderos suelen ser sitios con gran densidad de vegetación donde es posible refugiarse y descansar. En estos lugares, suelen encontrarse arbustos ramoneados hasta una altura de 1.5 m y corteza comida a la misma altura. Otro rastro común se puede observar, al finalizar el periodo de desarrollo de astas y pérdida de terciopelo; ya que los machos tallan sus

astas contra árboles pequeños y arbustos, lo cual deja marcas en la corteza de aproximadamente 50 cm (SEMARNAT. 2008).

En hábitats cerrados los grupos tienden a ser más pequeños, posiblemente porque de esta manera son menos vulnerables a los depredadores. La actividad humana, dentro o próxima al ámbito hogareño del venado, puede provocar su desplazamiento fuera del mismo, al menos de manera temporal (Ortiz-Martínez. 2005).

3.3. Ganadería diversificada

La ganadería diversificada, se orienta a la producción de especies de fauna silvestre, con el fin de incrementar la rentabilidad de las explotaciones a través del aprovechamiento sustentable de los recursos de vida silvestre; cuyo esquema de producción de ganadería, se basa en el uso múltiple del terreno o manejo combinado extensivo de bovinos de carne junto con venados (Villareal. 2005).

A mediados de la década de 1960 algunos ganaderos de Nuevo Laredo Tamaulipas, comenzaron a utilizar sus predios para el aprovechamiento cinegético y caza deportiva de venado cola blanca, principalmente de la subespecie *Odocoileus virginianus texanus*; como una actividad complementaria para la obtención de ingresos (López. 2000; Villareal. 2005).

En el año 2000 por medio de la Ley General de Vida Silvestre, bajo regulación de la SEMARNAT, se otorgaron los derechos de aprovechamiento sustentable de la vida silvestre a los legítimos propietarios de predios, bajo el concepto de Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA); con lo que se hizo posible, el establecimiento de las producciones de ganadería diversificada.

A 35 años del inicio de la ganadería diversificada, se ha incrementado la productividad y rentabilidad de las tierras hasta en un 80%. Como ejemplo, durante 1999, la derrama económica de la explotación cinegética de venado cola blanca; incluyendo las subespecies *O. v. texanus*, *O. v. carminis* y *O. v. miquihuanensis*, se estimó en 7.5 millones de dólares (López. 2000).

3.3.1. Aprovechamiento cinegético

La Ley General de Vida Silvestre (LGVS) establece las disposiciones para normar y regular el manejo, conservación y el aprovechamiento de la vida silvestre en México. De acuerdo a la citada ley, la cacería deportiva se considera como un aprovechamiento extractivo sustentable (artículo 39) y sólo podrá realizarse en predios registrados como UMA que cuenten con un plan de manejo aprobado y la autorización para el aprovechamiento correspondiente (LGVS. 2006).

De acuerdo con la LGVS define la caza deportiva como: la actividad que consiste en la búsqueda, persecución o acecho, para dar muerte a través de medios permitidos a un ejemplar de fauna silvestre cuyo aprovechamiento haya sido autorizado, con el propósito de obtener una pieza o trofeo (LGVS. 2006).

En México se pueden encontrar 14 subespecies de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*); sin embargo, debido a las dimensiones de sus canastas de astas sólo dos subespecies, el cola blanca texano (*Odocoileus virginianus texanus*) y el coues (*O. v. couesi*) pueden calificar en el libro de récords más importante de Norteamérica el “Boone and Crockett Club”: esta situación, ha provocado que en regiones donde se distribuyen en forma natural estos ecotipos, exista una gran demanda de trofeos de caza, debido a los beneficios ecológicos y económicos, que aporta en las regiones del norte de México (Villareal. 2005).

3.3.2. Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAS)

En México, las Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMAS), generan cada año considerables cantidades de divisas por concepto de: cacería, ecoturismo e investigación; especialmente en los estados de Tamaulipas, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Baja California. Las UMAS forman parte del Sistema Nacional de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre y tienen como objetivo general; la conservación del hábitat natural, de las poblaciones y ejemplares de especies silvestres. Dentro de ellas se realizan tareas específicas de: restauración, protección, mantenimiento, recuperación, reproducción, repoblación, reintroducción, investigación, rescate, resguardo,

rehabilitación, exhibición, recreación, educación ambiental y aprovechamiento sustentable (LGVS. 2006).

El aprovechamiento legal de especies silvestres tiene como base el plan de manejo, el cual contiene; los indicadores de éxito, la descripción física y biológica del área y su infraestructura, los métodos de muestreo, el calendario de actividades; las medidas de manejo del hábitat, poblaciones y ejemplares; las medidas de contingencia, los mecanismos de vigilancia; los medios y formas de aprovechamiento; el sistema de marca para identificar los ejemplares, partes y derivados que sean aprovechados de manera sustentable (LGVS. 2006).

El plan debe de ser elaborado por el responsable técnico, que junto con el titular de la unidad registrada, serán responsables de la conservación de la vida silvestre y su hábitat, debiendo apegarse a las disposiciones de la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente así como de aquellas otras que se deriven (LGVS. 2006).

En el Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre se define el plan de manejo tipo como: el plan que elabora la SEMARNAT en el que se homogeniza el desarrollo de las actividades de conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de las especies de vida silvestre. Establece las medidas de manejo y seguimiento de las poblaciones y hábitats, además de que busca el mejoramiento de las condiciones del hábitat natural; permitiendo la continuidad de los ciclos biológicos naturales de las especies, poblaciones y ecosistemas. Esta herramienta funciona bajo un esquema de manejo adaptativo o de ajuste progresivo. El cual en la medida de los resultados obtenidos, tanto de la especie como de su hábitat, se actualiza con la mejora en las técnicas y métodos aplicados en el manejo; las cuales deberán ser evaluadas y ajustadas progresivamente, tanto a mediano como a largo plazo (SEMARNAT. 2008).

3.4. Región Noreste de México

Los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas; forman el bastión más importante del noreste del país en materia turística. Los municipios fronterizos han reforzado y visualizado su potencial turístico, a través del turismo cinegético y caza deportiva.

A partir de la década de 1960 los ganaderos del Noroeste de México, se sumaron a implementar un mejor manejo de la flora y fauna silvestre, lo cual permitió la recuperación de los recursos naturales, entre ellos las poblaciones de venado cola blanca (López *et al.* 2000).

El venado cola blanca texano (*Odocoileus virginianus texanus*) es la subespecie de mayor demanda cinegética en México, y es en la región noreste del país (Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas) donde se realiza la mayor actividad de caza deportiva del país (Cantú-Martínez *et al.* 2008b).

El número de cazadores (nacionales y extranjeros) que visitan la región anualmente sobrepasa a los 8000, lo que se traduce en una derrama económica de más de 165 millones de pesos para la región noreste de México (Villareal. 2005).

3.4.1. Características de la región

Una región semiárida se localiza en el noreste de México, en parte de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas. La Comisión Nacional de las Zonas Áridas (Conaza, 1994), reporta que en las zonas áridas y semiáridas; las temperaturas medias anuales varían desde los 15 °C hasta los 25 °C, con grandes oscilaciones entre los valores medios mensuales, así como entre los máximos y mínimos diarios. Las temperaturas máximas absolutas varían desde los 38 °C a los 49 °C, mientras que las mínimas absolutas oscilan de 0, 2 ó 3 °C hasta los 16 °C (INE. 2010).

En cuanto a la precipitación, de acuerdo con el Atlas Nacional de México (UNAM. 1990), se encuentran regiones con precipitaciones oscilan desde los 125 mm hasta los 400 mm en algunas zonas de Coahuila y parte de Nuevo León. Los sitios con precipitaciones entre 400 a 600 mm anuales se encuentran dentro de estos 3 estados (INE. 2010).

Las comunidades vegetales que se desarrollan bajo estos climas varían desde pastizales, matorrales y bosques bajos, principalmente espinosos, como los mezquitales (INE. 2010).

3.4.2. Coahuila de Zaragoza

La superficie del estado equivale a 151,571 km², cuenta con un total de 4,222 hatos registrados y 631,283 cabezas de ganado distribuidas en el estado (SAGARPA. 2008). La situación zoonosológica de la garrapata *Rhipicephalus*

(*Boophilus*) spp en las zonas que se divide el estado de Coahuila es la siguiente: la zona de la franja fronteriza cuenta con una prevalencia de 65.37%, la zona del desierto se encuentra fase libre y el resto del estado se considera en fase de control (SAGARPA. 2008).

El objetivo para el año 2012, de acuerdo con el Plan Estratégico de la Campaña Nacional Contra la Garrapata *Boophilus* spp, es el de reconocer tanto la zona del desierto como la del sureste de Coahuila como libre y la zona de la Franja Fronteriza como en fase de Erradicación (SAGARPA. 2008).

El estado de Coahuila cuenta con aproximadamente 700 UMAS, equivalentes a una extensión de 34,000 km² y son aproximadamente 1500 cazadores los que visitan anualmente el estado de Coahuila (Villareal. 2005).

3.5. Muestreo epidemiológico en poblaciones de fauna silvestre

Los principales objetivos de la investigación epidemiológica son: describir la distribución de las enfermedades y eventos de salud de las poblaciones, así como, contribuir al descubrimiento y caracterización de las leyes que gobiernan o influyen en estas condiciones (Hernández-Ávila *et al.* 2000).

Una manera de minimizar el impacto generado por la presencia de las garrapatas y de las enfermedades que transmiten; es el diseñar programas con un enfoque ecológico-epidemiológico para el control. Mediante este sistema se pueden observar y analizar de manera simultánea los mecanismos de infestación, de la transmisión de enfermedades, el desarrollo de inmunidad a hemoparásitos, el desarrollo de resistencia química y las interacciones entre huéspedes con otras especies de garrapatas y la vegetación (Solorio-Rivera *et al.* 1997).

Una buena gestión de la fauna silvestre, desde la perspectiva sanitaria, es aquella que, además de solucionar los mecanismos de presentación de enfermedades, es capaz de prevenir su aparición. Por este motivo, la actuación en fauna silvestre, desde una perspectiva sanitaria, debe apoyarse en aspectos epidemiológicos y en el desarrollo de programas de vigilancia epidemiológica con un claro carácter preventivo (Ortega. 2003).

Así como lo demuestran diversos estudios, la implementación de muestreos sistemáticos, da la posibilidad de realizar tratamientos de control más racionales, previniendo que las infestaciones de garrapatas alcancen niveles altos (de la Vega *et al.* 2009).

Los programas de vigilancia epidemiológica requieren tener un buen protocolo de diagnóstico para poder detectar enfermedades de manera temprana y la permanente recolección de información de la dinámica de poblaciones (Ortega. 2003).

El muestreo es el conjunto de reglas que nos permiten seleccionar un grupo de individuos (muestra) a partir de una población, con el objeto de adquirir conocimientos significativos de la misma (De Blas *et al.* 2007).

El universo de estudio o población blanco, es el conjunto de todos los individuos con las características que deseamos estudiar. La población a estudiar, es el subconjunto del universo de estudio, conformado por los individuos a los que podemos acceder (población accesible) y seleccionar (población elegible) para obtener la información. Una vez definida la población también se delimita el marco de estudio (De Blas *et al.* 2007).

Sin embargo, uno de los principales problemas cuando se pretende poner en marcha una investigación epidemiológica en fauna silvestre, es el acceso a una muestra lo más fiable posible, hecho que exige diseñar correctamente un plan de muestreo. Al igual que ocurre en el estudio de una enfermedad en poblaciones de animales domésticos, los muestreos de las poblaciones animales de fauna silvestre, deben de cumplir con el criterio de representatividad destacando dos aspectos clave del muestreo que son: tamaño de la muestra y método con el que seleccionar los individuos que integrarán la misma (Ortega. 2003).

Respecto al método, se puede desarrollar de manera probabilística, en el que todos los individuos tienen la misma probabilidad de formar parte de la muestra. La otra posibilidad es el muestreo no probabilístico, aquel método en que se utiliza un grupo de animales a los que se tiene mayor facilidad de acceso por algún motivo concreto (Ortega. 2003).

El tamaño que debe tener la muestra, dependerá en gran medida de los objetivos de la investigación; ya sea para determinar la prevalencia de una enfermedad, detectar su presencia o valorar el papel de un potencial factor de riesgo (Ortega. 2003).

Para estimar ese tamaño de muestra a seleccionar, se utilizan los mismos criterios y fórmulas matemáticas empleados para animales domésticos. Como se trata de cálculos complejos, en muchos casos, se pueden utilizar programas informáticos como: Epi Info o Win Episcope 2.0, que son programas de dominio público y se encuentran disponibles a través de Internet (Ortega. 2003).

4. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

En la literatura se han descrito los mecanismos presentes en las infestaciones. Por ejemplo, se piensa que las garrapatas tienen una preferencia por buscar regiones corporales específicas en su hospedero; lo cual puede deberse a diferencias en la temperatura, humedad, grosor de la piel y al mecanismo de alimentación (González-Cerón *et al.* 2009b)

De manera general, se puede afirmar que la composición de la vegetación y el clima predominante en el hábitat, son factores que afectan a la contribución de los huéspedes dentro de la dinámica de población de las garrapatas (Pound *et al.* 2010).

4.1. Interacción entre huésped y agente

Las interacciones entre especies diferentes se denominan como interacciones inter-específicas, tal como ocurre en el parasitismo, donde las garrapatas interactúan con el huésped dentro de su fase parasítica. En esta fase se pueden presentar diversos eventos, por lo que se describirán las condicionantes que intervienen durante las infestaciones.

4.1.1. Factores intrínsecos

Los factores intrínsecos, son las características propias del huésped que condicionan la variación en la intensidad de la infestación. Dentro de los factores más importantes que se han identificado para el ganado bovino se encuentra: sexo, raza, edad, tipo y color de pelo (Alonso-Díaz *et al.* 2007).

Un estudio realizado en bovinos 5/8 europeo y 3/8 cebú menciona que, la cantidad de garrapatas de la especie *R. microplus* fue menor en las hembras en comparación con el número de garrapatas encontradas en los machos; esto se atribuye, a las diferencias en la respuesta inmune contra las garrapatas, por lo que se piensa que el origen puede estar relacionado con los sistemas inmunológico y endocrino.

También se ha señalado que la diferencia en el número de garrapatas puede deberse a la competencia por espacio y alimento entre diferentes especies de garrapatas (González-Cerón *et al.* 2009a).

Existe una relación entre la etapa fisiológica y la intensidad de infestación. Por ejemplo se piensa que la susceptibilidad hacia las garrapatas, aumenta durante los periodos de lactancia en el ganado bovino (Wharton *et al.* 1970 citado en González-Cerón *et al.* 2009a). De acuerdo con esta característica, este fue el factor del huésped que mas afectó a la resistencia natural contra infestaciones en razas *Bos indicus* (Sutherts *et al.* 1988 citado en González-Cerón *et al.* 2009a). Otro estudio, observó que bovinos arriba de los 6 años presentaron mayores infestaciones en comparación con los animales jóvenes (Veríssimo *et al.* 1997 citado en González-Cerón *et al.* 2009a).

Gonzales-Cerón *et al.* (2009), concuerdan con los resultados descritos previamente y mencionan que los becerros presentan una infestación hasta 7 veces menor comparada con la que presentan los grupos de vacas lactantes mas infestados. Entre las razones que explican la reducción de la infestación, se menciona que puede deberse a: la inmunidad transmitida por el amantamiento, la menor superficie de contacto (debido al menor tamaño), a la menor distancia recorrida por el desplazamiento y al acicalamiento que reciben por parte de la madre (González-Cerón *et al.* 2009a).

Diversos autores mencionan que la disminución en los conteos de garrapatas en grupos de bovinos jóvenes podría relacionarse con una resistencia adquirida a infestaciones sucesivas (Utech y Wharton 1992, Jonsson *et al.* 2000 citado en González-Cerón *et al.* 2009b).

Algunos autores mencionan que mantener los números en 10 garrapatas saturadas por bovino tendría un efecto mínimo en la producción, por lo que mantener las poblaciones de garrapatas por debajo de este indicador, podría ser de utilidad para evaluar la eficiencia de las medidas de control aplicadas (González-Cerón *et al.* 2009b).

4.1.2. Patrones de infestación con garrapatas

Las garrapatas de la familia Ixodidae succionan la sangre lacerando los vasos sanguíneos, prefiriendo zonas corporales altamente vascularizadas que facilitan el acceso al tejido hemático y las protegen de la remoción por el hospedero y depredadores (González-Cerón *et al.* 2009b).

El tamaño del hospedero, diferencias en su piel, niveles hormonales en sangre y factores etológicos (diferencias en acicalamiento y movilidad); pueden causar variación en la abundancia de ectoparásitos entre sexos y raza de ganado (Marshall. 1981 citado en González-Cerón *et al.* 2009b).

Se ha mencionado que, en infestaciones con las especies *Amblyomma cajennense* y *R. microplus* en ganado bovino criollo lechero; *R. microplus* se encontró principalmente en ingles, sin diferencia en números entre machos y hembras del ganado (González-Cerón *et al.* 2009b).

De acuerdo con esta ocurrencia diferencial de garrapatas entre regiones corporales, un estudio realizado en vacas de raza Jersey de Brasil, encontró que el 39.95% de garrapatas *R. microplus* se concentraron en la región del periné, ingle y ubre (Serra-Freire *et al.* 1995 citado en González-Cerón *et al.* 2009b). En la India, 36.1% de garrapatas *R. microplus* prefirió la región integrada por cuello, papada y axilas; en otras regiones compuesta por ingles y ubre o escroto se encontraron porcentajes similares (González-Cerón *et al.* 2009b).

De acuerdo con un reporte donde se examinaron las patas delanteras de venado corzo europeo (*Capreolus capreolus*), se encontró que el 90% del total de garrapatas de la especie *Ixodes ricinus* fueron larvas (Vor *et al.* 2010).

4.1.3. Infestación de garrapatas en el venado

Se ha reconocido que la mayoría de los ectoparásitos encontrados en el venado cola blanca son garrapatas y que estas causan: pérdidas de sangre, heridas cutáneas y transmisión de enfermedades (Nelson *et al.* 1984).

Las infestaciones de garrapatas, pueden afectar severamente al venado cola blanca, particularmente cuando estos parásitos se presentan en grandes números. Entre los efectos ocasionados al venado cola blanca se han observado: prurito, hematomas, hemorragias intradérmicas, formación de abscesos secundarios en los sitios de alimentación, parálisis e infección con agentes infecciosos transmitidos por garrapatas. En animales que presentan una alta infestación se puede encontrar anemia, pérdida de peso, pérdida de pelaje, ceguera (si se congregan numerosas garrapatas alrededor de los ojos), anomalías en el comportamiento e inclusive hasta la muerte (Durdén *et al.* 1991).

Se ha observado, que garrapatas adultas de las especies *Amblyomma americanum* y *Dermacentor variabilis*, se concentran con frecuencia cerca de los ojos, ocasionalmente en la región peri-anal y las orejas. Las ninfas se han encontrado fijadas cerca de las puntas de las orejas (Nelson *et al.* 1984).

Muestreos realizado en venados corzo europeos (*Capreolus capreolus*), reportan que en las regiones de la cabeza y el cuello, se pueden encontrar un 60% de la carga total de garrapatas. Otros estudios encontraron un 47.28% y 13.29% de la carga total de garrapatas *Ixodes* spp. En este estudio se menciona que la carga de larvas de *Ixodes* spp, demostró tener una preferencia por los animales más jóvenes; atribución debida a las diferencias por la mayor cantidad de fases de descanso y al grosor de la piel (que es más delgada en los cervatos) (Vor *et al.* 2010).

La carga de garrapatas adultas en el venado corzo europeo (*Capreolus capreolus*) se correlaciona positivamente con la masa corporal de los venados. El sexo de los venados no tuvo un efecto significativo sobre la carga parasítica en esta especie, pero cabe que mencionar, que el tamaño relacionado con el dimorfismo sexual en esta especie de venado, no es tan marcado. En contraste, existe un reporte de Schmidtman *et al.* (1998) donde menciona que la especie *Ixodes scapularis* tiene una preferencia por venados cola blanca machos, esto podría ser una característica atribuida al tamaño debido al dimorfismo sexual de esta especie (Vor *et al.*, 2010).

Se han descrito diversos factores asociados a la variabilidad presente en las infestaciones de garrapatas en venados cola blanca, por ejemplo: el tipo de vegetación, la utilización del hábitat y la densidad de poblaciones de venados; pueden influir en la intensidad de las garrapatas, también se piensa que el acicalamiento, como el que realizan las hembras a sus crías y entre adultos, puede disminuir la cantidad de garrapatas. Con relación al acicalamiento y de acuerdo con lo observado por Hirth (1977), este comportamiento se incrementó coincidentemente en el mismo mes (Agosto) en el que se presentó el pico poblacional de *Amblyomma* en Texas (Nelson *et al.* 1984).

De acuerdo con Jordan *et al.* (2007), una reducción del número de venados cola blanca en un 50% no tendría un efecto aparente en los números de garrapatas de *Ixodes scapularis*. La disponibilidad de venados como huésped tiene un mayor impacto en las densidades de garrapatas, pero inclusive si el venado se encuentra en pequeños números, las poblaciones de garrapatas pueden mantenerse en grandes números (Vor *et al.* 2010).

Un estudio realizado en venados corzo europeos (*Capreolus capreolus*), concluyó que el principal factor que influyó en la variación de la carga de infestación de garrapatas *Ixodes* y *Dermacentor* se atribuyó a la estacionalidad (Vor *et al.* 2010).

En un estudio comparativo se midió la carga parasítica de garrapatas *R. microplus* en 3 grupos diferentes de animales. En el primer grupo, compuesto por bovinos de la raza Charolais, la carga de garrapatas alcanzó altos niveles rápidamente. El segundo grupo donde sólo se encontraban venados Rusa (*Cervus timorensis russa*), la carga de garrapatas fue baja a nula, sin la observación de garrapatas en estado de repleción. Adicionalmente, se midió la densidad de las larvas en la pastura, donde sólo se colectaron pocas larvas. Este estudio sugiere, que el ciclo a largo plazo en el venado Rusa, probablemente no sea viable y la población de garrapatas declinaría naturalmente hacia la extinción. En el grupo mixto constituido por venados y ganado, la carga de infestación se mantuvo moderada para el ganado. A pesar de la tasa baja, la presencia de hembras repletas sugiere un ciclo sostenible. Los bovinos del grupo 3, se encontraron 3.5 menos garrapatas (11.2 veces menos hembras repletas) en comparación con el grupo 1 (sólo bovinos). Se atribuyó al venado como el responsable de la disminución en la tasa de infestación del ganado en el grupo mixto. En este grupo el venado se encontró altamente infestado, en comparación con el grupo 2 (venados). De manera similar en el grupo 2, no se observaron hembras repletas en los venados. Esto indica que las larvas encontradas en el venado se originaron de las garrapatas que se alimentaron de los bovinos. De acuerdo con esto, las garrapatas fijadas en el venado, tuvieron una muy baja capacidad de alcanzar la repleción como hembras y continuar el ciclo. Por lo tanto el venado juega un papel

epidemiológico de un huésped conocido como "cul de sac" o de callejón sin salida para las garrapatas, donde el venado puede hospedar a las garrapatas; pero su baja adecuabilidad como huésped, no les permite alcanzar la repleción. Estas conclusiones sugieren la posibilidad del uso de huéspedes alternativos para controlar las infestaciones en el ganado (Barré *et al.* 2002).

4.1.4. Especies de garrapatas en el venado

En un estudio realizado en España, el cual caracterizó la fauna de ectoparásitos en ungulados silvestres, encontró que los venados pueden llegar a presentar hasta 15 especies distintas de garrapatas (Basco *et al.* 2008).

En EUA, de acuerdo con reportes de diversos autores, se ha encontrado que el venado cola blanca puede presentar desde 3 hasta 18 especies diferentes de garrapatas. La variedad de especies encontradas pertenecen a diversas familias: *Amblyomma americanum* (la garrapata de la estrella solitaria), *Amblyomma maculatum* (la garrapata de la costa del golfo), *Dermacentor albipictus*, *Dermacentor nigrolineatus*, *Dermacentor variabilis* (la garrapata del perro americana), *Ixodes affinis*, *Ixodes dammini*, *Ixodes scapularis* (la garrapata de patas negras) y *Haemaphysalis leporispalustris* (la garrapata del conejo) (Durden *et al.* 1991).

4.1.5. *Rhipicephalus (Boophilus) spp* en el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*)

Se tiene la evidencia, de reportes que datan del año 1907, donde se señala la presencia de garrapatas del ganado (*R. annulatus*) en venados cola blanca de Texas, EUA (Pound *et al.* 2010).

De acuerdo con un reporte de Travis, publicado en 1941, se realizaron muestreos en los condados de Collier, Orange y Osceola (Florida, EUA), donde se examinaron una variedad de animales silvestres y se encontró que sólo el venado cola blanca presentó infestaciones con garrapatas *R. microplus*. Estos reportes indicaron que *R. microplus*, puede completar su ciclo de vida en el venado cola blanca. Esta conclusión dio origen a la autorización legal del sacrificio de venados cola blanca en diversos condados de Florida durante los años de 1938 y 1939, para

que de esta manera se declarará la erradicación de la garrapata en Florida (Pound *et al.* 2010).

En 1966 Park *et al.*, mencionó que la garrapata de la fiebre del ganado (*R. annulatus*) es capaz de perpetuar su ciclo de vida en el venado cola blanca. De acuerdo con investigaciones realizadas en Santa Cruz (Islas Vírgenes, EUA), se reforzó la evidencia de que el venado es capaz de sostener poblaciones de garrapatas cuando el ganado se encuentra ausente. Estas investigaciones encontraron venados infestados con garrapatas en áreas de la isla donde el ganado no había estado presente en 20 años (Pound *et al.* 2010).

En el año de 1974 se encontró un venado infestado con *R. annulatus* en el condado de Webb, Texas. En 1979, de acuerdo con muestreos realizados en ranchos del norte de Laredo (Texas), se encontraron venados cola blanca infestados con garrapatas *R. annulatus* dentro de pasturas descansadas. Los resultados de este estudio reforzaron que el venado cola blanca puede soportar poblaciones de *R. annulatus* dentro de pasturas descansadas, además de la implicación del venado cola blanca en la distribución de garrapatas de pasturas infestadas a no infestadas (Pound *et al.* 2010).

Diversos estudios enfocados a estudiar las características de las infestaciones en el venado cola blanca encontraron una menor adecuabilidad de las garrapatas *Rhipicephalus (Boophilus) spp.* Por ejemplo Graham *et al.* (1972), encontraron un 7.8% de recuperación de garrapatas *R. annulatus* a partir de una infestación inducida a un venado, por lo que concluyeron que el venado es un huésped deficiente para esta especie. Otro reporte de de la Vega (1984), encontró que garrapatas *R. microplus* de venados se asociaron con un bajo peso de repleción, por lo que sugirió que el venado es un huésped menos idóneo que el ganado. En otro estudio, Cooksey *et al.* (1989) encontraron un número significativamente menor de garrapatas *R. annulatus* en venados. Las garrapatas colectadas, tenían un peso significativamente menor, producían menos huevecillos y tenían un menor porcentaje de eclosión en comparación con las garrapatas colectadas a partir de ganado (Davey. 1990). Los resultados de este estudio

realizado en venados cola blanca con garrapatas *R. annulatus* se muestran en el **Cuadro 3**.

Los resultados obtenidos por Davey (1990), confirman lo descrito en investigaciones previas, donde se reportó que el venado es un huésped sustancialmente menos idóneo para *R. annulatus*. Los venados más jóvenes y/o aquellos que no se han expuesto previamente a las garrapatas son mejores huéspedes que los venados con mayor edad y/o aquellos previamente expuestos (Davey. 1990).

Así como lo describe Davey (1990) confirmando lo encontrado por Cooksey *et al.* (1989), el venado es un animal excelente en sus hábitos de acicalamiento, además de que su pelaje parece ser hipersensible a las larvas de las garrapatas. Conforme la edad del venado aumenta, este se vuelve más sensible y más agresivo en su intento de quitarse las larvas (Davey. 1990).

Durante el periodo de 1976-2008, de acuerdo con la información de la USDA-APHIS-NVSL, se ha identificado al venado cola blanca en repetidas ocasiones como huésped de garrapatas *R. microplus* y *R. annulatus* en diversos brotes en Texas (Pound *et al.* 2010).

Recientemente se han realizado muestreos en condados de Texas cercanos a la frontera de México-EUA. En el condado de Maverick, se encontró un 50% de venados cola blanca infestados con *R. annulatus*. En el condado de Starr, dentro de la zona de amortiguamiento, se hicieron muestreos sucesivos en los años 2005 y 2007, encontrándose un 76.8% y 81.8% de los animales infestados con *R. microplus*. Durante el 2008 se hicieron 2 muestreos en un rancho dentro de una zona libre del condado de Zapata, encontrándose un 3.3 y 12.5% de los venados muestreados con *R. microplus* (Pound *et al.* 2010).

De acuerdo con un estudio epizootiológico de la Babesiosis realizado en 11 ranchos del noreste de México, se encontró que, cuando los venados y el ganado se encontraron en conjunto, las garrapatas colectadas a partir de los venados cola blanca mostraron estar semi-repletas, además de que la infestación fue moderada con una tasa baja, indicando un ciclo sostenible (Cantu-C *et al.* 2009).

4.1.6. Enfermedades transmitidas por garrapatas

La Norma Oficial Mexicana para la vigilancia epidemiológica, prevención y control de enfermedades transmitidas por vector, define a un vector como al transportador viviente y transmisor biológico (artrópodo); que transmite el agente causal de una enfermedad por picadura, mordedura o por sus desechos (NOM-032-SSA-2002. 2003).

El potencial vectorial de las garrapatas se justifica en razón: del prolongado periodo de alimentación, la transmisión bidireccional de los agentes patógenos, la digestión intracelular de la sangre ingerida, la transmisión transtadial (de un estadio de desarrollo al siguiente) y la transmisión vertical (transmisión transovárica de las hembras a las siguientes generaciones) (Márquez-Jiménez *et al.* 2005).

Se han observado machos de *R. microplus* alimentarse de hembras y que las formas inmaduras se alimentan de miembros de la misma especie que recién se han alimentado con sangre, mecanismo por el cual se transmiten los microorganismos patógenos (Gaxiola. 2008).

Las bacterias son transmitidas directamente al hospedador por el vector, de modo que el ectoparásito actúa como vector mecánico, sin embargo los protozoarios requieren desarrollarse en el vector; por lo que el artrópodo actúa como hospedador intermediario ejerciendo la función de vector biológico. Cuando el agente infeccioso reside en un hospedador vertebrado alternativo, que puede ser inmune o verse ligeramente afectado, se le denomina como huésped reservorio (Márquez-Jiménez *et al.* 2005).

En las UMAS cinegéticas de la región noreste de México, se puede encontrar al venado cola blanca texano (*O. v. texanus*) compartiendo la pastura con el ganado. Es por esta razón que diversos autores han mencionado que el venado puede servir como huésped reservorio para mantener tanto a poblaciones de garrapata como a los agentes infecciosos que transmiten (Cantú-Martínez *et al.* 2008a).

4.1.6.1. Babesiosis

La Babesiosis bovina es una enfermedad producida por un protozoario intracelular del género *Babesia* (Starcovici. 1893), que se transmite por garrapatas

del género *Rhipicephalus* (*Boophilus*). Las especies *Babesia bigemina* y *Babesia bovis*, se consideran entidades endémicas a lo largo de la región que va desde el sur de los Estados Unidos hasta Sudamérica (Solorio-Rivera *et al.* 1997).

La Babesiosis es una de las enfermedades más importantes para la industria del ganado y las garrapatas del sub-género *Boophilus*, juegan un papel importante en la transmisión de la enfermedad, ya que puede parasitar diversas especies de animales silvestres y domésticos (Cantú-Martínez *et al.* 2008b).

La enfermedad se caracteriza por producir: fiebre, anemia progresiva, hemoglobinuria e ictericia; y se encuentra distribuida mundialmente en zonas donde se distribuyen normalmente las garrapatas (Cantú-Martínez *et al.* 2008b).

Se han identificado 71 especies de *Babesia* que parasitan diferentes especies de animales domésticos tales como: ovejas, caballos, bovinos, cerdos, perros, roedores; algunos rumiantes silvestres como el venado rojo, el venado cola blanca e inclusive hasta el humano (Cantú-Martínez *et al.* 2008b).

En México las especies más importantes de *Babesia* que afectan al ganado son *Babesia bovis* y *Babesia bigemina*; que tienen la capacidad de infectar eritrocitos de la sangre del venado cola blanca. La manifestación de signos clínicos no se ha observado, pero hay documentos que reportan la parasitosis de venados con alguna de estas 2 especies de *Babesia*; por lo que el venado se puede considerar como huésped reservorio de esta enfermedad (Cantú-Martínez *et al.* 2008b).

Dentro de las áreas simpátricas de venado cola blanca y ganado bovino; donde el venado se encuentra infestado con garrapatas *R. microplus* y *R. annulatus*, la posibilidad de que la Babesiosis bovina pudiera originarse a partir del venado cola blanca se encuentra latente (Cantu-C *et al.* 2009).

Un estudio serológico realizado en poblaciones de venados cola blanca del noreste de México (Coahuila y Nuevo León), calculó la seroprevalencia total de 87% para *B. bovis* y *B. bigemina*. Este mismo estudio, encontró una seropositividad mayor de *Babesia bovis* (75%) en comparación con la encontrada para *Babesia bigemina* (53%). De los venados positivos a *B. bovis*, 16% fueron machos y 83% hembras. La seropositividad para *B. bigemina*, se calculó en 17% para machos y

83% para hembras (Cantú-Martínez *et al.* 2008b). Una alta seropositividad en ausencia de signos clínicos, se piensa que es debido a un factor en el suero del venado que puede prevenir un alto desarrollo del protozooario y la manifestación de la enfermedad (Cantú-Martínez *et al.* 2008b).

Respecto a esto Cantu-C *et al.* (2009), mencionó que la alta seroprevalencia encontrada en ambas especies de *Babesia* spp indica una alta exposición del venado cola blanca a infestaciones con garrapatas *Rhipicephalus (Boophilus)* spp (Cantu-C *et al.* 2009).

En áreas endémicas de *Rhipicephalus (Boophilus)* spp, consideradas como zonas de alta prevalencia de Babesiosis, se encontró que en venados infestados con garrapatas adultas, 60% fueron de la especie *R. annulatus* (Martínez *et al.* 1999).

En un estudio realizado en 11 ranchos del noreste de México (Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas), se encontró que la frecuencia de infección de *B. bigemina* en venados cola blanca fue mayor que la de *B. bovis*. En el caso de *B. bovis*, tan sólo 1 de 5000 garrapatas podrían estar infectadas, en comparación con 1 de 500 garrapatas infectadas con *B. bigemina*. Por lo que *B. bigemina* se demuestra con mucho mayor prevalencia en venado cola blanca, ya que la frecuencia fue significativamente mayor que la de *B. bovis*. Esto, de acuerdo al diagnóstico realizado por métodos de amplificación de ADN (Cantu-C *et al.* 2009).

La frecuencia en la seropositividad de venados identificados mediante IFAT, en los 11 ranchos del noreste de México, encontró una prevalencia mayor para *B. bovis* en comparación con la de *B. bigemina*. De acuerdo con el análisis mediante n-PCR para *B. bigemina* y *B. bovis*, se encontró que de 20 muestras de *R. microplus*, todas resultaron negativas. Por lo tanto se considera que el venado juega un papel epizootiológico conocido como "cul de sac" o de callejón sin salida, con la capacidad de hospedar garrapatas permitiendo que alcancen su repleción total, pero mostrando una menor adecuabilidad como huésped (Cantu-C *et al.* 2009).

La exposición del venado cola blanca a *B. bovis* y *B. bigemina*, hace que el venado pueda jugar un papel en la transmisión o diseminación de la Babesiosis

bovina; lo cual debe de ser considerado cuando se implementen programas de control contra garrapatas *Rhipicephalus (Boophilus) spp* (Cantu-C *et al.* 2009).

4.1.6.2. Anaplasmosis

Una de las enfermedades más importantes para la industria del ganado es la Anaplasmosis, que es una enfermedad infecto-contagiosa, de curso agudo o crónico, para los bovinos y se encuentra ampliamente distribuida por todo el mundo. En México se encuentra en regiones tropicales y subtropicales (Cantú-Martínez *et al.* 2008a).

La Anaplasmosis es producida por la rickettsia *Anaplasma marginale*, que infecta los eritrocitos, causando: anemia, ictericia, fiebre, debilidad y alta mortalidad entre el ganado (Cantú-Martínez *et al.* 2008a). Afecta principalmente a los bovinos, pero también ha sido reportada en otras especies domesticas y silvestres, tales como: borregos, cabras, búfalo de agua (*Bubalus bubalis*), venado bura (*Odocoileus hemionus hemionus*), venado bura cola negra (*Odocoileus hemionus columbianus*), berrendo (*Antilocapra americana americana*), ciervo de las montañas rocosas (*Cervus elaphus nelsoni*), borrego cimarrón (*Ovis canadensis canadensis*), ñu negro (*Connochaetes gnou*), el “blesbuck” (*Damaliscus albifrons*) y el “duiker” (*Sylvicapra grimmia*) (Kutler. 1984).

En un estudio realizado por Aguirre *et al.* (1992), se calculó la seroprevalencia de diferentes tipos de arbovirus y otros agentes infecciosos presentes en animales de vida silvestre en el noreste de México; encontrándose en un venado cola blanca anticuerpos contra *Anaplasma marginale* (Contreras *et al.* 2007).

En el venado, la Anaplasmosis comúnmente produce un grado de infección bajo o sub-clínico, por lo que se asume que el venado actúa como un portador sano o asintomático; por esta razón se considera que el venado juega un papel importante en el mantenimiento de la rickettsia en el medio ambiente (Cantú-Martínez *et al.* 2008a).

Experimentalmente, algunos autores han reproducido clínicamente la enfermedad en el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), en animales a los que se les practicó esplenectomía (Cantú-Martínez *et al.* 2008a).

El venado cola blanca infectado con *Anaplasma marginale* manifiesta una ligera parasitemia, que podría potencialmente infectar a un vector biológico, especialmente considerando que las garrapatas hembra ingieren aproximadamente 3 a 4 veces su peso de engorda en sangre durante el proceso de alimentación (Cantú-Martínez *et al.* 2008a). Se ha demostrado que *A. marginale* puede transmitirse entre estadios, pero no se ha podido demostrar si existe transmisión transovárica (Rodríguez-Vivas *et al.* 1998).

La seroprevalencia de anticuerpos contra *A. marginale* se ha calculado en poblaciones en venados cola blanca. De acuerdo con diversos estudios, se han mostrado rangos que van desde 1% hasta 80% de prevalencia. Robinson *et al.* (1968) en Texas calcularon una prevalencia de 47%, Mass y Buening (1981) en Missouri 1%, Smith *et al.* (1982) en Illinois encontraron 6.9% para venados y 13% para bovinos, Teclaw *et al.* (1985) encontró 80% con la prueba de IFA, Chomel *et al.* (1994) 56% y Martínez *et al.* (1999) reportaron 69% (Cantú-Martínez *et al.* 2008a).

La seroprevalencia de anticuerpos de *A. marginale* para los estados de Coahuila y Nuevo León; se calculó en 69.7%, del cual 13.9% se observó en machos y 55.8% en hembras. Para el municipio de Acuña (Coahuila), la seroprevalencia encontrada fue de 83.3% (Cantú-Martínez *et al.* 2008a).

En la región noreste de México, se describe que el vector específico de *A. marginale* es *Dermacentor andersoni*; que es una garrapata de tres huéspedes y se alimenta indistintamente de sangre de venado o bovino. Otros géneros de garrapatas asociados con *A. marginale* son: *Rhipicephalus (Boophilus) spp*, *Ixodes* y *Hyalomma* (Cantú-Martínez *et al.* 2008a).

Se han descrito hasta 35 o más especies de garrapatas como potenciales vectores de *A. marginale* (Rodríguez-Vivas *et al.* 1998). Las garrapatas del subgénero *Boophilus* y del género *Dermacentor*, se consideran vectores biológicos para la transmisión de la Anaplasmosis. Otros artrópodos hematófagos que pueden actuar vectores potenciales son: moscas de establo (*Stomoxys calcitrans*), mosquitos (*Siphona spp* y *Psophona spp*) y tábanos (*Tabanus spp*) (Rodríguez *et*

al., 2009). Herramientas quirúrgicas contaminadas pueden funcionar como vector mecánico (Martínez *et al.* 1999; Cantú-Martínez *et al.* 2008a).

4.1.6.3. Enfermedad de Lyme

La Enfermedad de Lyme es causada por la espiroqueta *Borrelia burgdorferi* (Johnson *et al.* 1993). En el humano, la Enfermedad de Lyme en la etapa temprana, se observan lesiones patognomónicas en la piel y eritema migrans en el sitio de la mordedura; con la consecuente aparición de desórdenes del sistema nervioso central, cardíaco y músculo-esquelético. La Enfermedad de Lyme en perros puede causar: apatía, pérdida de apetito y bloqueo cardíaco (Johnson *et al.* 1993).

La función primaria del venado dentro de la epidemiología de la Enfermedad de Lyme, es el mantenimiento del vector, ya que los venados son huéspedes finales de muerte para *Borrelia burgdorferi*; esto porque el vector primario *Ixodes scapularis* infesta al venado principalmente en la fase de adulto y raramente transmite la infección transováricamente (Cantú-Martínez *et al.* 2008a).

Un estudio que calculó la seroprevalencia de diversos microorganismos patógenos, en poblaciones de venados cazados en California, encontró que la prevalencia de anticuerpos para *Borrelia burgdorferi* fue de 31% (Contreras *et al.* 2007).

Se han encontrado espiroquetas del género *Borrelia* en hemolinfa de teleoginas (hembras repletas) de *R. microplus* recolectadas a partir de bovinos en el estado de Yucatán. Estos microorganismos se han considerado de escasa patogenicidad para los bovinos. No obstante, se han registrado casos en que su presencia estuvo acompañada de fiebre y anemia de los bovinos hospedadores. Se ha mencionado, que *Borrelia burgdorferi*, es patógena y produce una infección sistémica con artritis, laminitis y sinovitis. Tanto *R. microplus* como *R. annulatus* se han descrito como vectores de espiroquetas del género *Borrelia* (Rodríguez-Vivas *et al.* 1998).

4.2. Las garrapatas y el medio ambiente

El medio ambiente, participa activamente regulando la dinámica que siguen las poblaciones de garrapatas por medio de diversos factores que se encuentran sujetos a la estacionalidad y a la región geográfica. Dentro de los factores

extrínsecos que determinan la biología y ecología de las garrapatas, se encuentran los efectos climáticos y las prácticas de manejo (Alonso-Díaz *et al.* 2007).

Se ha mencionado, que el ambiente propicio para el sostenimiento de poblaciones endémicas y el establecimiento de nuevas poblaciones de la garrapata *R. microplus*, dentro de una zona ecológica; se encuentra determinado por la adaptación a las variaciones en los factores bióticos (densidad de huéspedes y cobertura vegetal) y factores abióticos (tipo de clima) (Guglielmone *et al.* 2003b; Gaxiola. 2008).

Ciertas condiciones de factores abióticos o factores fisicoquímicos del ambiente, principalmente la temperatura y la precipitación pluvial; además de la humedad y de las características propias del suelo, son condiciones *sine qua non* para que la garrapata *R. microplus* adquiera un carácter endémico en una región particular (Guglielmone *et al.* 2003b).

El clima es el factor más importante que determina la presencia o ausencia de las garrapatas (Estrada-Peña *et al.* 2006b). Diversos autores, mencionan que el ciclo biológico de las garrapatas es afectado por la temperatura y humedad relativa, debido a que ejercen una influencia directa sobre la duración de los periodos de vida de la fase no parasítica (Gaxiola. 2008). Las condiciones de temperatura y humedad son factores determinantes para el desarrollo de *R. microplus* (Alvarez *et al.* 2007).

La sobrevivencia de los diversos estadios de evolución, está determinada por factores climatológicos como: lluvias, sequías, altitud, heladas, temperaturas medias nocturnas y diurnas (Gaxiola. 2008). Por ejemplo, los huevecillos son muy sensibles a las sequías y el microclima del suelo (vegetación espesa, temperatura y humedad relativa), condiciones fundamentales para la supervivencia; es por esto que las hembras de *Rhipicephalus (Boophilus) spp* buscan lugares protegidos en el suelo para ovipositar (Gaxiola. 2008).

Las larvas eclosionadas evitan los ambientes secos y las altas temperaturas. La continuidad de la especie depende de la sobrevivencia de las larvas, estas junto con los huevos, son susceptibles a las bajas temperaturas y humedad. Las ninfas y

especialmente los adultos son mucho más resistentes a los factores climatológicos (Gaxiola. 2008).

En el sur de Texas, el ambiente de mezquite (*Prosopis* sp) y matorral mixto, tiende a moderar los extremos ambientales de tal modo que favorece la persistencia de las poblaciones de larvas en vida libre (Pound *et al.* 2010).

Respecto a la altitud, se ha mencionado que *R. microplus* en Costa Rica, se ha encontrado por debajo de los 2000 msnm; sin embargo, se piensa que su techo altitudinal haya superado esa barrera (Álvarez *et al.* 2007).

En la región noreste de México, la presencia de *R. microplus* ha sido asociada a la vegetación cercana a ríos o zonas irrigadas, donde la humedad relativa del terreno es suficiente para sostener poblaciones de garrapatas. Este tipo de hábitats no pueden identificarse adecuadamente a partir de sólo las características climatológicas (Estrada-Peña *et al.* 2006c).

Otras factores que influyen en la distribución, se asocian con las prácticas de control que el hombre ejerce sobre las poblaciones de garrapatas (Rodríguez-Vivas *et al.* 2006).

4.2.1. Efecto de la temperatura

La temperatura tiene un efecto definido sobre la velocidad de los procesos metabólicos que conducen al nacimiento y muerte de las garrapatas, por lo tanto tiene un efecto previsible sobre la dinámica de población. A medida que la temperatura aumenta, la duración de los periodos disminuye. Por ejemplo, la muda de larvas a temperaturas por arriba de los 21°C toma menos tiempo en comparación con la muda de las ninfas (Gaxiola. 2008).

Trigueros y Rojas (1999) citando a otros autores, señalan que la temperatura es el indicador ambiental más influyente en la preoviposición (Alvarez *et al.* 2007).

Las garrapatas, independientemente de su tamaño y peso, siguen patrones similares respecto a su eficiencia de ovoposición y demás fases del desarrollo parasítico cuando son puestas a la misma temperatura. La producción de huevos de la garrapata *R. microplus*, es constante en un rango de temperatura entre 16°C a 33°C (Gaxiola. 2008).

En la literatura, se ha mencionado que el invierno afecta de manera negativa a las fases no parasíticas (oviposición, eclosión y viabilidad larvaria) de *R. microplus*. Cuando la temperatura media ambiental desciende por debajo de los 20°C (invierno) se observa un descenso en el número de garrapatas *R. microplus* (Alonso-Díaz *et al.* 2007).

4.2.2. Efecto de la precipitación y humedad

La precipitación pluvial es uno de los principales factores que influye sobre la dinámica poblacional de *R. microplus*. La mayor población de garrapatas coincide con la sequía y durante la temporada de lluvias el número de garrapatas disminuye (Alonso-Díaz *et al.* 2007).

De acuerdo con el análisis de un estudio donde se muestran diferencias entre regímenes pluviales, fuertes lluvias constituyen un impacto negativo sobre la población de garrapatas; lo cual se debe a las inundaciones y al consiguiente desarrollo de hongos entomopatógenos sobre los huevos y larvas. La mayor presencia de garrapatas durante un régimen de estacionalidad de lluvias, en comparación con la presencia de lluvias constantes a lo largo del año, podría estar asociado a estas situaciones (Álvarez *et al.* 2003b).

En países como Jamaica, Brasil y Venezuela, se ha descrito que a elevadas precipitaciones se afecta el número de garrapatas, esto se piensa que se debe al efecto de lixiviación que ocasiona la alta precipitación. De acuerdo con Alonso Díaz *et al.* (2007), una precipitación pluvial mayor a 200 mm mensuales ocasiona la disminución del número de garrapatas (meses de junio y septiembre); mientras que una precipitación pluvial entre los 100 y 150 mm mensuales favoreció la infestación de los animales. En el trópico húmedo de Veracruz, donde se registran altas precipitaciones en la época de lluvia, la población de *R. microplus* disminuye (Alonso-Díaz *et al.* 2007).

En periodos de sequía las larvas pueden absorber agua de la atmósfera húmeda y del rocío antes del amanecer (Gaxiola. 2008).

De acuerdo con diversos autores, la incidencia estacional de poblaciones de garrapatas *R. microplus* aumenta cuando se registra un incremento de humedad relativa y disminuye la temperatura; condición que previene la desecación y permite

una mayor condición en la búsqueda de hospedero, por lo que el periodo de las fases en vida libre se extiende (González-Cerón *et al.* 2009b).

4.2.3. Dinámica estacional de *R. microplus* y *R. annulatus*

El grado de infestación de los animales se relaciona con la influencia que ejercen los factores climáticos sobre la producción y sobrevivencia de las fases no parasíticas (Alonso-Díaz *et al.*, 2007).

La sobrevivencia de las larvas, durante la búsqueda de un huésped susceptible, depende de la época del año y el número de hembras repletas (Gaxiola. 2008).

En general, en el trópico y subtropical se ha encontrado que las poblaciones de larvas de garrapatas *R. microplus* se incrementa durante las estaciones con una humedad relativa superior al 80 %, es decir en las estaciones de verano y otoño. Esto se debe a un efecto combinado de la humedad relativa y la temperatura conocido como evapotranspiración, que produce un clima favorable para el desarrollo de la fase no parasítica de *R. microplus* (Fernández *et al.* 2004).

Una combinación de temperatura elevada con baja humedad, como en la primavera, es desfavorable a la actividad de las larvas de *R. microplus* en la vegetación, al igual que las bajas temperaturas del invierno (Fernández *et al.*, 2004).

La especie *R. microplus* tiene una marcada presencia en estación lluviosa (arriba de los 750mm) y no persiste en áreas secas con humedad baja. En zonas de trópico donde las lluvias y humedad son altas *R. microplus* se reproduce continuamente durante todo el año, mientras que en áreas subtropicales las garrapatas tienen un ciclo estacional muy marcado (Gaxiola. 2008).

De acuerdo con la dinámica poblacional que siguen las garrapatas durante el año, la población se incrementa progresivamente alcanzando su pico en la cuarta generación al final del otoño con la consiguiente disminución de la población en el invierno. La eclosión de larvas en la primavera, proviene de la descendencia de adultos en los meses de noviembre-diciembre del año anterior. La disminución de la población de garrapatas en la fase parasítica, obedece al hecho de que las

hembras que se desprenden desde abril hasta mediados de julio no producen progenie y las hembras que se desprenden a finales de julio producen progenie. Esto se da en regiones subtropicales de algunas áreas de México y sureste de Australia (Gaxiola. 2008).

De manera general, se han descrito tres temporadas principales de alta infestación para *Boophilus* spp en México, aunque en algunas zonas del trópico bajo se pueden presentar hasta 4; siendo la última temporada la de mayor incremento poblacional, debido al estímulo que tiene la época de lluvias (Rodríguez-Vivas *et al.* 2006). El esquema del modelo estacional para *R. microplus* y *R. annulatus* en el ganado bovino se muestra en la **Figura 10**.

4.2.4. Modelo predictivo de hábitat idoneo

El desarrollo de modelos predictivos ha permitido predecir la densidad de población de las garrapatas, identificar la distribución geográfica y caracterizar los hábitats idóneos para el desarrollo de *Rhipicephalus (Boophilus)* spp. Otros modelos han permitido detectar del umbral de las garrapatas en el ganado, su influencia estacional y estudiar la dinámica de poblaciones sobre los sistemas de pastoreo rotacional (Estrada-Peña *et al.* 2006d).

La construcción de mapas de riesgo de enfermedades tiene un amplio espectro de aplicación en las ciencias de la salud. Patrones espaciales del riesgo de enfermedad pueden ser combinados con series de datos geográficos para identificar y evaluar poblaciones objetivo; con la finalidad de poder predecir futuros brotes de enfermedades. El riesgo se puede modelar como una función de una o más variables ambientales; con el conocimiento de que el ambiente influye en el desarrollo y la transmisión de patógenos en los hábitats donde se encuentran los vectores (Wimberly *et al.* 2008).

A partir del registro de reportes de *R. microplus* en una región, junto con la caracterización de las variables climáticas (valores mensuales de temperatura, precipitación pluvial, vapor de agua atmosférico y déficit de saturación), en los sitios donde la garrapata ha sido colectada; pueden construirse modelos predictivos de idoneidad del hábitat de acuerdo a la distribución de las preferencias climáticas,

diferenciando entre sitios positivos o negativos para presencia de garrapatas (Estrada-Peña *et al.* 2006c).

En el trabajo realizado por Estrada-Peña *et al.* (2006), se construyó un modelo en base a imágenes satelitales de alta resolución, el cual interpreta la idoneidad del hábitat y la abundancia de *R. microplus* y *R. annulatus* (**Figura 11**). Como resultados de este estudio, se aprecia que los valores más altos de idoneidad del hábitat (IH) para *R. annulatus* se registraron para las áreas de la parte suroeste del área de estudio (Coahuila). El valor más alto de IH para *R. microplus* se registra sobre una amplia región cercana al océano atlántico (Tamaulipas). Áreas de una alta IH se observan dentro de Texas. Mientras *R. annulatus* claramente se asocia con las áreas secas del oeste, *R. microplus* prefiere las partes más húmedas de la región este (Estrada-Peña *et al.* 2006d).

En el mismo trabajo se muestra que el Valor de Reclutamiento (VR) (**Figura 12**), es un indicador de las dinámicas de infestaciones de garrapatas que muestra una fuerte correlación con las características climatológicas y de paisaje, es decir que identifica zonas con mayor probabilidad para el establecimiento de poblaciones de garrapatas. Se identificaron bajos valores de VR con pequeñas zonas de altos VR para la especie *R. annulatus* dentro de la región de la frontera de Coahuila con Texas. Lo cual indica un amplio potencial de distribución *R. annulatus* en esta región, independientemente de la división territorial (Estrada-Peña *et al.* 2006d).

En el mismo estudio, se construyó un modelo de Probabilidad de Incidencia de Garrapatas (PIG) (**Figura 13**), obtenido a partir de la predicción de idoneidad del hábitat y de los índices de reclutamiento (abundancia), el cual muestra tener una fuerte correlación con la aparición de brotes observados en el periodo 1994-2004 dentro de la región noreste del país. Los valores más altos de PIG para *R. microplus*, se encontraron dentro de los condados de Texas: Zapata, Webb y Starr (Frontera con Nuevo León y Tamaulipas); otros sitios con menores episodios en: Valverde, Kinney, Maverick e Hidalgo (Frontera con Coahuila y Tamaulipas). Los valores más altos de PIG para *R. annulatus*, que concuerdan con las áreas más secas de esta región y coinciden con la zona de la frontera; se identificaron en los condados de Maverick y Webb, que se encuentran en frontera con los municipios

del estado de Coahuila: Hidalgo, Guerrero, Piedras Negras y Nava (Estrada-Peña *et al.* 2006d). Las especies *R. microplus* y *R. annulatus* son simpátricas en estas zonas, lo cual quiere decir que ambas especies de poblaciones de garrapatas, se han adaptado a las características medioambientales distribuyéndose en la misma región (Estrada-Peña *et al.* 2006d).

De acuerdo con Estrada-Peña *et al.* (2006), *R. annulatus* ha sido encontrada en áreas donde la temperatura mínima de invierno esta por arriba de los 15°C, las temperaturas máximas permanecen entre los 33°C y 36°C y la precipitación máxima se registra entre junio y septiembre (Estrada-Peña *et al.* 2006a).

Las poblaciones de *R. annulatus* soportan un periodo de lluvias bajas cuando las temperaturas son máximas. *R. annulatus* tiene un requerimiento alto de precipitación anual, precipitación del mes más húmedo y precipitación del cuarto más húmedo (Estrada-Peña *et al.* 2006a).

Las áreas con la más alta sensibilidad a las variables abióticas para *R. annulatus*, se encuentran localizadas al norte de la frontera con Texas. El análisis de sensibilidad, muestra que la disminución en la temperatura y humedad en la región de la costa, podría conducir a una propagación de *R. annulatus* en esta área, junto con una disminución en la idoneidad para *R. microplus*; sin embargo, un incremento en estos parámetros llevaría a una expansión de *R. microplus* hacia el norte dentro de Texas, si la protección de amortiguamiento en la frontera se rompiera. Es por esto, que el rango de hábitats idóneos para ambas garrapatas, se considera un concepto dinámico en esta región, como si potencialmente se pudiera expandir y contraer con pequeños cambios en el clima (Estrada-Peña *et al.* 2006d).

El concepto de reclutamiento esta correlacionado con la abundancia de garrapatas como resultado de conexiones entre zonas de hábitats idóneos. Las zonas que son más frecuentemente visitadas por un huésped, son propensas para sostener una mayor población de garrapatas, dando una característica abiótica a la idoneidad del hábitat. La biología del paisaje determina los procesos ecológicos que se presentan en los hábitats favorables. La proximidad entre hábitats favorables (permeabilidad), aumenta la dispersión (conectividad) entre los hábitats (Estrada-Peña *et al.* 2006d).

El VR es un útil indicador de la dinámica de infestaciones de garrapata, muestra poseer una fuerte correlación con el clima y las características del paisaje; constituyendo una herramienta útil para mapear la expansión de las garrapatas de acuerdo con los cambios en el uso de suelo y clima (Estrada-Peña *et al.* 2006d).

4.3. El huésped y el medio ambiente

El aumento en el número de garrapatas durante la estación seca, se piensa que se debe a una disminución de la resistencia de los animales por una pobre alimentación. De acuerdo con esto y por observaciones reportadas por parte de los productores, durante la estación seca existe un aumento en los niveles de infestación (Álvarez *et al.* 2003b).

Asimismo, según Duehnen y Otte (1990), al congregarse los animales en las áreas húmedas dentro de un rancho, donde la capa de vegetación y el microclima incrementan las posibilidades para la sobrevivencia de las garrapatas, estas no llegan a reducirse totalmente durante el verano (Álvarez *et al.* 2003b).

La cantidad y distribución de la precipitación, influyen en la producción de la vegetación y en la productividad del hábitat. Cuando la disponibilidad de recursos es alta, el venado dedica más tiempo a la búsqueda y selección de alimento rico en nutrientes; lo que influye en sus preferencias de hábitat, volviéndose más selectivo, principalmente en años con altas precipitaciones (Bello *et al.* 2004).

Se encontraron diferencias morfo-métricas, en venados cola blanca *O. v. texanus*, las cuales se atribuyen al fenotipo determinado por las diferencias ambientales que existen en cada entidad (tipo de suelo, vegetación y condiciones climáticas). De igual forma, se reconoce que la influencia de las medidas de manejo y de conservación (mejoramiento del hábitat y suplementación alimenticia), pueden tener un efecto en el peso, tamaño y reservas de grasa (Logan-López *et al.* 2006).

En las planicies del oeste del sur de Texas, los hábitats hogareños pueden alcanzar las 264 has para los venados cola blanca macho y 189 has para las hembras (Pound *et al.* 2010).

Una población de venados en una región determinada, realiza un aprovechamiento selectivo del hábitat. Tal selección depende de: la topografía, la disponibilidad de agua, la estructura de la vegetación, los factores inherentes a la

gestión e incluso los cambios en la disponibilidad de los recursos; lo que se traduce en diferencias de abundancia y potencial de aprovechamiento del hábitat.

Las prácticas de modificación y mejoramiento del hábitat, pueden considerarse como factores que determinan el movimiento de las poblaciones en una determinada región. Por ejemplo, la distribución de los comederos y bebederos artificiales, funcionan como sitios de congregación y puntos de encuentro entre los individuos que pertenecen a diferentes grupos; por lo tanto estos sitios pueden considerarse como puntos para la diseminación de las garrapatas.

4.4. Factores de riesgo de infestaciones

El incremento en el riesgo de sostenimiento y diseminación de *Rhipicephalus* (*Boophilus*) spp en el venado cola blanca guarda una estrecha relación con: la distribución geográfica, la densidad de poblaciones de venado, la calidad del hábitat en relación con el movimiento de los venados en búsqueda de alimento, la calidad de hábitats y micro-hábitats en relación con la supervivencia de las garrapatas (Pound *et al.* 2010).

Se han identificado algunos factores que pueden exacerbar las infestaciones de garrapatas en el condado de Zapata, Texas. Estos son: Las constantes fluctuaciones de agua provenientes del lago Falcon (embalse artificial del Rio Grande), la distribución de pequeñas superficies utilizadas para la cacería sin la presencia de ganado, la escases de bardas perimetrales que rodean a estas áreas permitiendo el libre movimiento de animales y la abundante población de venados cola blanca (Pound *et al.* 2010).

Se han mencionado algunos factores de riesgo para la transmisión de los agentes infecciosos y que afectan en la seroprevalencia en el venado cola blanca, tal es el caso de: la densidad de población, el control de las garrapatas y la interacción con otros animales de diferente especie (Cantú-Martínez *et al.* 2008b). La presencia y densidad del venado, interviene en la aparición de enfermedades transmitidas por garrapatas, debido a que afecta la distribución y abundancia de las garrapatas (Cantu-C *et al.* 2009).

La frecuencia en la positividad de *B. bigemina* y *B. bovis*, en asociación con los diferentes factores de manejo, mediante la técnica de n-PCR; demostraron que

la positividad en venados de ranchos con menos de 1 venado por 10 ha, se encontró para *B. bigemina* 2.7% y *B. bovis* 5%. Cuando los venados se encontraron junto con el ganado 2.2 y 4.6% respectivamente y cuando las poblaciones de ganado fueron mayores a 300 cabezas la positividad fue de 3.4% y 4.7%. Cuando no se aplicaban medidas de manejo por medio de programas de control, la positividad encontrada fue de 16.3% y 39.5% respectivamente. Se encontraron mayores frecuencias para *B. bovis* y *B. bigemina* en ranchos con pastoreo continuo, en comparación a ranchos que empleaban un pastoreo rotacional. Se observó una mayor prevalencia en ranchos con pastos introducidos en comparación con ranchos con matorral nativo (Cantu-C *et al.* 2009).

En muestras positivas analizadas con IFAT, la frecuencia de tratamiento y el sistema de pastoreo, fueron los factores que se encontraron asociados con la seroprevalencia de *B. bigemina* (Cantu-C *et al.* 2009). De acuerdo con un análisis realizado mediante un modelo de regresión logística, las muestras positivas a *B. bovis* por n-PCR, se asociaron positivamente con un incremento de OR (Odds Ratio) bajo un sistema de pastoreo continuo. En el modelo para *B. bigemina* se asociaron 3 factores: el hábitat (pastos introducidos), sistema de pastoreo (pastoreo continuo) y frecuencia de tratamiento (Cantu-C *et al.* 2009).

Una fuerte asociación de las muestras positivas para *B. bovis* por IFAT, se observó en ranchos con un pastoreo continuo, donde el riesgo se incrementó para los venados. El riesgo se incrementó por la asociación positiva en ranchos con matorrales, en comparación donde se encontraban pastos introducidos.

Los factores asociados con el incremento de OR para la Babesiosis bovina en venados cola blanca fueron: praderas introducidas, pastoreo continuo y la baja frecuencia en el tratamiento (Cantu-C *et al.* 2009). El riesgo de asociación positiva se incremento en los ranchos con una densidad de venados de 1/15-20 ha. Para el modelo con *B. bigemina* mediante IFAT, sólo se asoció la frecuencia de tratamientos con el incremento en el riesgo de positividad (Cantu-C *et al.* 2009).

5. RESULTADOS

La construcción del marco teórico conformada por la revisión bibliográfica y el análisis de la información, en conjunto con la información de las características presentes en el área de estudio, permitió integrar la siguiente metodología de monitoreo. El diseño toma en consideración las características propias de las garrapatas y de los agentes infecciosos que transmiten, dentro de las poblaciones de venado cola blanca que habitan en las UMAS del estado de Coahuila.

5.1. Diseño metodológico propuesto

Una metodología se basa a partir de la construcción de conceptos que permiten el análisis de situaciones y problemas reales. Por tal motivo se seleccionaron los temas de mayor interés para el estudio, se establecieron los problemas concretos y a partir de procedimientos publicados en investigaciones de carácter observacional y experimental se resolverán los problemas planteados.

La epidemiología se emplea como una herramienta para el estudio de las enfermedades y/o de los eventos relacionados a la salud en las poblaciones. La validez de la información derivada de los estudios epidemiológicos depende de manera importante de los métodos utilizados.

Los principios para el diseño de la presente metodología de monitoreo, se encuentran definidos con base en el diseño de estudios epidemiológicos. Como objetivo principal del estudio es el de desarrollar conocimiento de aplicación a nivel poblacional, por lo que es necesario contar con las estrategias muestrales y de medición, que permitan estudiar a los diferentes subconjuntos de la población.

Los métodos para el desarrollo de los diferentes tipos de estudios epidemiológicos se pueden caracterizar de acuerdo con los siguientes criterios:

- El tipo de asignación de la exposición o variable en estudio
- El número de mediciones que se realiza en cada sujeto de estudio para verificar la ocurrencia del evento o cambios en la exposición
- La temporalidad del inicio de la exposición o de la ocurrencia del evento
- Los criterios utilizados para la selección de la población a estudiar
- La unidad de análisis donde se mide el evento de estudio (Hernández-Ávila *et al.* 2000).

En base a estos criterios el estudio tiene las siguientes características:

➤ **Estudio observacional**

De acuerdo a la asignación a la exposición o causalidad, el estudio se clasifica como de tipo observacional, ya que no se contempla intervenir en la dinámica de los eventos que se presentan dentro de las unidades de muestreo, por lo que al no existir tal intervención, los resultados serán de índole descriptivos.

➤ **Estudio de tipo transversal y/o de encuesta**

Los estudios transversales, se caracterizan por que sólo se hace una medición en el tiempo de los sujetos de estudio, evaluándose concurrentemente la exposición y el evento de interés. Cuando la selección de los individuos es indistinta de la ocurrencia de los eventos, el estudio se puede denominar de encuesta o transversal, cuya característica principal de estrategia de muestreo es que la evaluación de la exposición y de la ocurrencia del evento se hace de manera simultánea (Hernández-Ávila *et al.* 2000).

Este tipo de estudios son útiles en la planeación de programas de sanidad y para caracterizar el estado de salud poblacional en un punto determinado del tiempo.

➤ **Estudio mixto o ambispectivo**

El criterio de temporalidad en la ocurrencia de los eventos, clasifica al estudio como retrospectivo, ya que la ocurrencia se estudia a partir de los registros de eventos. Pero si además lo que se quiere es evaluar de manera prospectiva, el estudio puede considerarse de tipo mixto o ambispectivo (Hernández-Ávila *et al.*, 2000).

➤ **Selección en base a conveniencia o criterio experto**

La selección de los individuos que integran el estudio puede hacerse de acuerdo con la exposición de los eventos. La selección de las unidades de muestreo y la toma de muestras, se encuentra determinada por criterios estratégicos y de accesibilidad a los individuos. Las unidades de muestreo serán seleccionadas por su ubicación geográfica, es decir por la proximidad que tienen con la frontera de México-EUA. La toma de muestras se realizará a partir de las poblaciones de venados que son sujeto de aprovechamiento cinegético mediante la

caza deportiva y de aquellos que son objetivo de reubicación con la finalidad de repoblar otros ranchos. Este subconjunto de la población, se ha seleccionado en estudios de prevalencia de diferentes agentes transmitidos por garrapatas (Gill *et al.* 1993).

➤ **Estudio ecológico**

La unidad de análisis no se basa en un sólo individuo, sino que se constituye a partir de grupos o conglomerados de las poblaciones de venado cola blanca presentes en las unidades de muestreo; de los cuales se cuenta con promedios de eventos o exposiciones para los grupos y se desconoce la condición para cada individuo (Hernández-Ávila *et al.* 2000).

En este tipo de estudios se asignan promedios de exposición a los conglomerados, en los cuales no se considera la variación entre individuos. Adicionalmente a esto, se pueden estudiar grandes grupos poblacionales en poco tiempo, con un costo relativamente bajo. Aunque debido a las características de atribución a la causalidad, su utilización será con fines de generar hipótesis que serán corroboradas por medio de otro tipo de estudios más rigurosos.

5.1.1. Selección de área de estudio

La información descrita en los antecedentes del presente trabajo, determinó el objetivo de la elaboración de la metodología de monitoreo. De acuerdo con las políticas en materia de sanidad animal y fauna silvestre, la DGSA-SEMARNAT considera que debe de ampliarse la información del comportamiento que están mostrando *R. microplus* y *R. annulatus* en las poblaciones de venados cola blanca que habitan la región del noreste del país, particularmente en la zona de la franja fronteriza del estado de Coahuila, ya que es una zona que se considera por poseer un riesgo persistente para los avances en las estrategias implementadas a través de la NOM-019-ZOO-1994 (**Figura 3**).

5.1.2. Criterios de inclusión

La región Noreste de México es la zona del país donde se realiza la mayor actividad de aprovechamiento cinegético de venado cola blanca. Además en esta región se caracteriza por tener una alta actividad en la producción de ganado

bovino bajo el esquema de ganadería diversificada, por lo que en esta región coexisten ambas poblaciones animales, compartiendo el mismo hábitat.

La región de estudio, se seleccionó a partir del análisis de los resultados publicados en un estudio donde se muestra la predicción para la idoneidad del hábitat y abundancia de las garrapatas *R. microplus* y *R. annulatus*. En dicho estudio se mapea la distribución a partir de un valor denominado como la Probabilidad de Incidencia de Garrapatas (PIG) y que se encuentra correlacionado con los registros de brotes que han ocurrido para esta región. Una de las zonas descritas que indica valores altos para PIG correspondientes para *R. annulatus*, se observa en los condados de Texas, Maverick y Webb; los cuales se encuentran en frontera con la región noreste del estado de Coahuila y los municipios de Piedras Negras, Nava, Guerrero e Hidalgo.

Esta región del estado de Coahuila y frontera con EUA, además se caracteriza por tener una alta densidad de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAS). Esta ubicación resulta estratégica para la vigilancia de las poblaciones de venado cola blanca, por lo que cumple con las características para aplicar las estrategias de monitoreo.

5.1.3. Selección de unidades de muestreo

Se considera como unidad de muestreo a una Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) de tipo extensivo y que se encuentra autorizada para realizar el aprovechamiento cinegético de venado cola blanca. La selección de las UMAS, se realizó a partir de criterios estratégicos para la vigilancia de las poblaciones de *R. microplus* y *R. annulatus* en poblaciones de venado cola blanca. Se escogieron las UMAS que poseen una mayor densidad poblacional de venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en la zona de la frontera de Coahuila-Texas, dentro de los municipios de: Acuña, Guerrero, Hidalgo, Jiménez, Nava y Piedras Negras. Se seleccionó un total de 25 UMAS, en cuya superficie se concentra el 44% de la población de venados cola blanca a nivel estatal. Las unidades de muestreo seleccionadas se muestran en el **Cuadro 4**.

5.1.4. Caracterización de las unidades de muestreo

Las variables climatológicas y ambientales determinan las características que definen el área de estudio. Las principales como: temperatura, humedad relativa, precipitación pluvial, fisiografía, hidrografía, tipo de vegetación, tipo de suelo y especies de fauna silvestre complementan la descripción del área de estudio.

La descripción de las características que definen los municipios a los que pertenecen las unidades de muestreo se muestran en el **Cuadro 5 y Cuadro 6**.

Con la finalidad de ejemplificar la información requerida para realizar la caracterización de cada una de las unidades de muestreo, se seleccionó la UMA “El Fénix”. La información de las estimaciones poblacionales y tasas de aprovechamiento de venados cola blanca correspondiente a la UMA “El Fénix”, se utilizará para realizar la subsecuente estimación del tamaño de muestra. Las UMAS listadas en el **Cuadro 4**, tienen características similares en cuanto a: la flora, fauna, especies autorizadas para aprovechamiento cinegético, características de producción (ganadería diversificada), calendario de eventos y medidas de manejo.

5.1.4.1. Caracterización de la UMA “El Fénix”

Se encuentra localizada en el municipio de Nava y su población más cercana se encuentra a 15 km, se puede acceder por la carretera Nava - Piedras Negras, Coahuila en el km 15. En esta UMA se hace un aprovechamiento de especies de tipo cinegético, comercial y de investigación, por medio de la captura, colecta y caza. También se realiza actividad de aprovechamiento no extractivo de uso tradicional (observación y fotografía). La clave de identificación de la UMA es DFYFS-CR-EX-0801-COA. La caracterización de la UMA “El Fénix” se muestra en los **Cuadros 7, 8, 9 10, 11 y 12**.

5.1.5. Clasificación de variables

La implementación del monitoreo, pretende que con los resultados obtenidos del muestreo, se puedan medir indicadores de presencia por medio de los hallazgos de las garrapatas en su fase parasítica y de esta manera calcular una frecuencia entre individuos que presentan esta condición. Es decir que desde un punto de vista epizootiológico (de la biología de las poblaciones de parásitos y de la dinámica de las infestaciones), el parámetro de prevalencia en las parasitosis, indicará el

porcentaje de muestras que arrojan un diagnóstico positivo respecto al total de muestras analizadas. La intensidad o carga de ectoparásitos presente en venados cola blanca, nos indica el grado de parasitación, con el que se puede calcular un número medio de parásitos de determinada especie en cada hospedador infestado (Pérez. 2001).

La clasificación de variables de estudio se encuentra determinada por los objetivos y los resultados que se buscan obtener mediante la aplicación del monitoreo. Por medio del análisis de las muestras se pretende:

- Identificar las especies de garrapatas, así como identificar las especies de los agentes infecciosos transmitidos por garrapatas, presentes en las poblaciones de venados cola blanca.
- Calcular la frecuencia de venados infestados por garrapatas y la frecuencia de venados infectados con los diferentes agentes transmitidos por las garrapatas.
- Calcular la intensidad determinada por el número de garrapatas que se encuentran en cada venado parasitado.
- Identificar las características de susceptibilidad y/o resistencia a diferentes tipos de ixodidas que tienen las poblaciones de garrapatas.

A partir de estos puntos se pueden definir las variables de interés:

- La clasificación taxonómica de las especies de garrapatas presentes en las poblaciones de venado de la región de estudio.
- La frecuencia e intensidad de infestación de las especies de garrapatas en venados cola blanca.
- La prevalencia de los diferentes agentes infecciosos transmitidos por las garrapatas (*Babesia bigemina*, *Babesia bovis*, *Anaplasma marginale* y *Borrelia burgdorferi*) en las poblaciones de venados cola blanca.
- Los porcentajes de susceptibilidad a ixodidas (organofosforados y piretroides) en cepas de *R. microplus* y *R. annulatus*.

5.1.6. Metodología de muestreo

Una vez seleccionada y caracterizada la unidad de muestreo, se podrán determinar los métodos que deberán de seguirse para realizar el muestreo.

La metodología propuesta toma en consideración los requerimientos necesarios para la implementación del muestreo en campo. Se describen los procedimientos y algunos conceptos relacionados con la logística, con el objetivo de que puedan adaptarse con flexibilidad para su aplicación a las condiciones de las unidades de muestreo seleccionadas.

5.1.6.1. Cálculo de tamaño de muestra

La muestra es un subconjunto representativo de la población que se ha seleccionado para obtener la información (De Blas *et al.* 2007). El tamaño de muestra necesario depende de factores estadísticos y logísticos.

Dentro de los factores estadísticos habrá que considerar: la escala utilizada para medir la variable (cualitativa o cuantitativa), el tipo de parámetro a calcular (media, proporción), la clase de contraste estadístico a realizar (comparación de medias, evaluación de factores de riesgo), el resultado esperado, la dispersión de los datos (definida por la varianza y desviación estándar), el nivel de confianza, la potencia deseada y el error admitido en el resultado final (precisión) (De Blas *et al.* 2007). En cuanto a los factores estadísticos, se busca que los datos permitan calcular la proporción de la población de venados que se encuentran infestados con garrapatas y la proporción de individuos infectados con hemoparásitos (*Anaplasma*, *Babesia* y *Borrelia*) transmitidos por las garrapatas.

Respecto a los factores logísticos, deberán considerarse: los recursos técnicos y de personal para abordar el muestreo, los aspectos relativos al grado de accesibilidad a los individuos que integran la muestra y los posibles riesgos para los individuos muestreados (inducción de estrés) (De Blas *et al.* 2007). De acuerdo con estas consideraciones, la toma de muestras se realizará a partir de los venados que son sujetos de aprovechamiento cinegético mediante la caza deportiva y aquellos empleados para su venta como pie cría o utilizados para la repoblación de otros ranchos. Si bien lo ideal es basarse en un muestreo que cumpla con los requisitos estadísticos en cuanto al tamaño de muestra, el método en base a conveniencia

(De Blas *et al.* 2007), justifica la toma de muestras por las características de accesibilidad de los individuos. En el caso de los venados que son objeto de aprovechamiento cinegético mediante la caza deportiva, no se requiere de otro tipo de recursos para su captura y contención. Los venados que son capturados para su traslado y reubicación pueden ser muestreados sin necesidad de implementar un plan de muestreo sólo con la finalidad de muestrear garrapatas.

Se han hecho cálculos de tamaño de muestra para poblaciones de venado cola blanca a partir de la fórmula utilizada para estimar prevalencias en poblaciones finitas, donde se toma un valor de la prevalencia esperada para determinado agente. Cantú-Martínez *et al.* (2008), utilizó la prevalencia esperada de *A. marginale* con 85% (de acuerdo a zonas endémicas), con un intervalo de confianza a 95% y un 5% de precisión.

La prevalencia esperada de hatos infestados con garrapatas *R. microplus* y *R. annulatus* en la zona de la franja fronteriza del estado de Coahuila se estima en 65.37%. Esta prevalencia nos indica el potencial de distribución que tienen las garrapatas en la región donde se ubican las unidades de muestreo, pero los cálculos dependerán de la variación en cuanto a la prevalencia esperada de las garrapatas.

La prevalencia calculada para *R. annulatus* dentro de las poblaciones de venados muestreados en el condado de Maverick, que se encuentra próximo a la frontera con Coahuila en el municipio de Piedras Negras y Nava, se estimó en 50%. A partir de esta prevalencia, se puede calcular un tamaño de muestra con la fórmula para detectar una enfermedad en una población (**Figura 14**).

Un ejemplo del cálculo de tamaño de la muestra para la UMA “El Fénix” utilizando el programa Win Episcopo 2.0 se puede observar en la **Figura 15**. Para la realización de este cálculo se utilizaron los números correspondientes a: la estimación poblacional de venados cola blanca para la UMA “El Fénix” y la prevalencia esperada para *R. annulatus* en el condado de Maverick. El nivel de confianza se estandarizó al 95% con un error permitido del 5%.

De acuerdo con la estimación de las tasas de aprovechamiento autorizadas de venados cola blanca para el año 2009-2010, se obtuvo el tamaño de muestra

para cada unidad de muestreo seleccionada, los resultados de estos cálculos se muestran en el **Cuadro 4**.

5.1.6.1. Características de las muestras

El conteo del número de garrapatas en su fase libre es un proceso laborioso, depende de diversos factores como son la tasa de eclosión y de sobrevivencia. Además, no habrá que olvidar la influencia que ejercen los factores ambientales, la estacionalidad y variación en las condiciones climatológicas. Es por estas razones que las muestras se recolectaran a partir de las garrapatas en su fase parasítica.

Las muestras deberán ajustarse a las recomendaciones y técnicas diagnósticas que empleará el laboratorio para su análisis. Dos tipos de muestra podrán ser tomadas a partir de los venados cola blanca: garrapatas en su fase parasítica y sangre de venado. Ambos tipos de muestras pueden ser analizadas en el laboratorio de diagnóstico mediante técnicas moleculares.

5.1.6.2. Consideraciones para el muestreo

La técnica de colección de garrapatas agrupa la serie de consideraciones mencionadas en diferentes estudios que emplearon el muestreo de las garrapatas en su fase parasítica. La metodología describe el procedimiento de inspección física de los venados y los métodos de colecta. Para la colecta de garrapatas se hacen las recomendaciones de las regiones corporales a inspeccionar. Se describe el material necesario para la recolección, la preservación y transporte que requieren las muestras.

Además se recomienda para el registro de la información contar con un formato de datos específico para cada venado que se vaya a muestrear. Se ha considerado en estudios de colección de garrapatas en venados, registrar información sobre: la edad, el peso, la hora de muerte y duración de la inspección física (Gill *et al.* 1993; Durden *et al.* 1991).

Con la finalidad de ampliar la información epizootiológica de las garrapatas y de los agentes infecciosos transmitidos al venado; es necesario recolectar información adicional de las medidas de manejo y características asociadas a la población de ganado presente dentro de las UMAS. Esta información podrá colectarse a través de un formato de cuestionario que permitirá completar la

información necesaria para evaluar el riesgo presente y la perspectiva que deben de tener el diseño de las medidas específicas de control de las garrapatas.

De acuerdo con las técnicas de muestreo, colecta y mantenimiento de teleoginas (hembras repletas) de *R. microplus*, diversos autores recomiendan realizar el muestreo en las primeras horas de la mañana (Gallardo *et al.* 1999). Esta recomendación se debe a que se ha observado que las hembras se desprenden del huésped por lo regular en las primeras horas de la mañana, una vez completada su repleción durante la noche (Rodríguez-Vivas *et al.* 2006).

5.1.6.3. Captura y contención de venados cola blanca

Dentro de las técnicas para la captura de venados cola blanca, se han empleado la captura por medio del uso de redes disparadas desde un helicóptero (Cantú-Martínez *et al.* 2008a; Logan-López *et al.* 2006). La captura se lleva a cabo en conjunto con personal presente sobre el terreno para la rápida contención e inspección de los animales (Pound *et al.* 2010). Para la captura mediante estos procedimientos, deberán de realizarse durante un sólo día y antes de las 12 pm, para evitar la muerte de los animales por choque de calor. Diversos propietarios de los predios se han mostrado renuentes de permitir la captura durante los periodos en los que el venado se encuentra en terciopelo, por miedo de lesionar las astas durante el periodo crítico de crecimiento (Pound *et al.* 2010), por lo que los muestreos deben de hacerse con el cuidado necesario tomando en cuenta estas consideraciones.

En otro estudio realizado con venados que formaron parte de un programa de marcaje, liberación y recaptura; se utilizó para la captura un sistema de inyección explosiva por medio de dardos disparados con un rifle. Los dardos se cargaron con una combinación de 367 mg de Clorhidrato de Zolazepam, Clorhidrato de Tiletamina y 220 mg de Clorhidrato de Xilazina. Para prevenir la desecación de la cornea se aplicó Puralube en los ojos de los animales, que es una pomada oftálmica compuesta por aceite mineral (15%) y vaselina blanca (85%). Para revertir el efecto del la Xilazina se aplicó una inyección de Clorhidrato de Tolazolina (Magnarelli *et al.* 2010).

5.1.6.4. Inspección física de los venados

A partir de la inspección física de los venados se podrán identificar características particulares de los ejemplares, como la edad (Durden *et al.* 1991), que puede ser determinada a partir de las características físicas de los venados. En algunos estudios realizados en venados cola blanca cosechados (cazados), la edad de los ejemplares, se ha determinado por medio de los patrones dentales y su desgaste (Magnarelli *et al.* 2010).

Cada animal debe examinarse visualmente y por medio del tacto pasando la mano suavemente entre el pelo, buscando en la superficie de la piel. El tiempo de inspección debe ser de al menos 5 minutos y más tiempo se emplea para examinar venados que son positivos a garrapatas (Durden *et al.* 1991).

Otro estudio estimó los promedios de colección posteriores a la muerte de los venados entre las 4.7 hrs. Los rangos de tiempo para la colección de garrapatas pueden ir de los 5 a 90 minutos (Gill *et al.* 1993).

5.1.6.4.1. Regiones corporales

Se ha observado que el número de garrapatas varía entre regiones corporales de un mismo animal (González-Cerón *et al.* 2009a). En este tipo de estudios, se han descrito las siguientes regiones de acuerdo a los patrones observados sobre los bovinos: cabeza, cuello, axila, vientre, ubre o testículos, cadera y periné (González-Cerón *et al.* 2009a). También se consideran la región inguinal, patas traseras, ancas, flancos, abdomen, costillas, cuartos delanteros y papada (Gallardo *et al.* 1999).

Diversos estudios describen que adultos de la especie *Ixodes dammini* se concentran en el cuello de venados cola blanca (Gill *et al.* 1993). En un estudio enfocado a determinar la prevalencia de la Enfermedad de Lyme, la colección de garrapatas se realizó a partir de las zonas correspondientes a un sólo lado del cuello, desde la base de la cabeza a la parte superior del hombro (Gill *et al.* 1993).

La colecta de garrapatas en venados cola blanca, se ha realizado a partir de la línea media ventral a media dorsal entre el punto del hombro y el oído rostral sobre cualquier lado del cuello (Keefe *et al.* 2009). También se han descrito las

siguientes zonas a inspeccionar: la cabeza orejas, barbilla, pecho, cuello, axilas, espalda y regiones inguinales (Durden *et al.* 1991).

5.1.6.4.2. Técnica de colección de garrapatas

Un estudio realizado para estimar la frecuencia de *R. microplus* en bovinos, recomienda la recolección de garrapatas mayores a los 4 mm (Álvarez *et al.* 2003b).

Una vez identificada la garrapata se puede desprender directamente con los dedos índice y pulgar. Este procedimiento también puede realizarse con la ayuda de pinzas de disección (Durden *et al.* 1991). La garrapata se toma de la base del capítulo, se da un giro exponiendo la región ventral y se tira a contrapelo hasta desprenderla, evitando que el hipostoma quede adherido a la piel, ya que este órgano representa un carácter taxonómico representativo para la identificación de la especie (Gallardo *et al.* 1999). Un ejemplo de este procedimiento se muestra en la **Figura 16**.

5.1.6.4.3. Conteo de garrapatas

Se pueden emplear conteos parciales para determinar el número total de garrapatas en un animal, con la finalidad de reducir el tiempo durante la inspección (González-Cerón *et al.* 2009a).

Para obtener el total de garrapatas por cada animal, se puede hacer la revisión de la cabeza a la cola por un sólo lado del cuerpo (Álvarez *et al.* 2003a). Una vez obtenido el total de garrapatas este se multiplica por dos. El promedio por unidad se estima dividiendo el total de garrapatas entre el número de animales muestreados (Álvarez *et al.* 2003b).

5.1.6.5. Colecta de muestras sanguíneas

Para la colecta de muestras sanguíneas para la obtención de suero, se han empleado técnicas de sangrado por venopunción yugular utilizando tubos vacutainer sin anticoagulante y agujas desechables (31X38 mm) (Cantú-Martínez *et al.* 2008a). Se han colectado muestras de sangre utilizando como anticoagulante ácido citrato dextrosa (Cantú-Martínez *et al.* 2007; Cantu-C *et al.* 2009).

5.1.6.6. Almacén y transporte de muestras

Para el almacén y transporte de las garrapatas, se pueden utilizar frascos de plástico de boca ancha con papel toalla o un algodón en el fondo previamente humedecido con unas gotas de agua (Álvarez *et al.* 2003b; Durden *et al.* 1991). Los frascos se almacenan a 4°C para su posterior identificación (Durden *et al.* 1991). De acuerdo a los métodos de identificación descritos en la Norma Oficial Mexicana NOM-019-200-1994, para la preservación y procesamiento de las muestras de garrapatas, se pueden coleccionar dentro de tubos con agua, alcohol, y glicerina (Contreras *et al.*, 2007).

Así como lo describen diversos estudios elaborados para la identificación taxonómica y posterior extracción del material genético de diversos microorganismos transmitidos por garrapatas, se utilizó como método de conservación alcohol al 70% (Rodríguez *et al.* 2009).

Para el almacenamiento, se pueden utilizar bolsas de plástico con cierre y mantenerse en un congelador a -20 °C. Este procedimiento se ha empleado para la identificación y detección de *B. burgdorferi* mediante PCR (Keefe *et al.* 2009).

Las muestras de sangre pueden mantenerse con hielo para su posterior identificación (Cantu-C *et al.* 2009). De acuerdo con las recomendaciones de Chomel *et al.* (1994) y Couvillion (1980), las muestras de sangre deben de procesarse en menos de 36 horas después de su obtención, mientras que los sueros pueden almacenarse en el congelador a -20°C grados centígrados, hasta su análisis (Contreras *et al.*, 2007). Estas consideración deben de tomarse para la toma y preservación de muestras serológicas, ya que en algunos estudios han demostrado que del total de muestras coleccionadas, una parte de ellas puede hemolizarse (Contreras *et al.* 2007; Cantú-Martínez *et al.* 2008a).

5.1.7. Definición del periodo de muestreo

La selección del periodo de muestreo debe de cumplir con un criterio objetivo determinado por la dinámica de las garrapatas y de los eventos presentes en las poblaciones de venado cola blanca.

La temporada de aprovechamiento cinegético de venado cola blanca (durante los meses de noviembre, diciembre y enero), es elegible para el

levantamiento del muestreo, ya que coincide con el tercer pico de aumento en la población de garrapatas durante el año. Esta población además es la que constituirá la descendencia de la población del año siguiente. Las primeras semanas de apertura de la temporada, podrán seleccionarse para realizar los muestreos; ya que el número de venados con posibilidad de inspeccionarse es de los más altos durante la temporada, además de que el clima contemplado de noviembre para el muestreo, previene que se afecte de gran manera los números de garrapatas (Keefe *et al.* 2009).

Para la toma de muestras en venados en otras épocas del año diferentes a la temporada de caza deportiva, pueden ser coordinadas con las actividades de las UMAS y con otros proyectos que requieran la captura de venados. Así como lo describe un estudio de caracterización morfo-métrica de venados, donde el muestreo se realizó a partir de venados *O. v. texanus*, que se capturaron para la venta como pie de cría. El muestreo se realizó durante los meses de febrero a abril, que es la época cuando se realizan capturas con fines de repoblación (Logan-López *et al.* 2006).

5.1.8. Diseño de encuesta

La encuesta epidemiológica es una herramienta con la cual se puede identificar la existencia de factores asociados a una enfermedad en una población y establecer pautas de acción en un programa sanitario. La información deberá estar relacionada al estado de salud o enfermedad de los animales e identificar los posibles factores de riesgo (Hernández *et al.* 2000). La encuesta transversal, permite coleccionar hechos ocurridos en un punto determinado del tiempo y la información se puede estudiar tanto de manera prospectiva como retrospectiva (Pardo-Cobas. 2006). Por ejemplo, diversos estudios mencionan que la información sobre la cantidad de aplicación de baños antiparasitarios durante el año se puede obtener por medio de la aplicación de una encuesta (Álvarez *et al.* 2003b).

Como parte de la metodología de estudio de la epizootiología de *Babesia*, se han diseñado cuestionarios con el fin de coleccionar información con respecto a las medidas de manejo y a las condiciones de los ranchos (tipo de hábitat, densidad de ganado, densidades de venados, sistemas de pastoreo, cercado perimetral). Estos

datos recopilados en el cuestionario pueden ser analizados por medio de programas estadísticos como STATA versión 9 (Cantu-C *et al.* 2009).

Es importante saber si en las unidades de muestreo se emplean tratamientos de control en el ganado y esclarecer los esquemas de aplicación, así como los indicadores asociados a la presencia de los agentes infecciosos que son transmitidos por garrapatas (*Babesia*, *Anaplasma* y *Borrelia*).

El diseño de un formato de cuestionario o encuesta permitirá coleccionar información complementaria de las prácticas de manejo y de las características de las poblaciones animales, además se podrá complementar con la de las observaciones que han tenido los cazadores, los responsables técnicos y demás personal que labore dentro de las UMAS. Un ejemplo de formato de cuestionario se muestra en las **Figuras 17, 18 y 19**.

5.1.9. Diagnóstico de laboratorio

Pueden utilizarse los métodos directos y métodos indirectos, que dependerá del tipo de muestra que se colecciona y analice el laboratorio. El objetivo de estos análisis, es el de detectar la presencia de agentes patógenos, ya sea mediante su aislamiento o por la presencia de anticuerpos en el suero para de esta manera poder calcular la prevalencia de las poblaciones.

La identificación del agente se puede llevar a cabo por la observación y colección de ectoparásitos, así como también por medio de identificación taxonómica mediante técnicas moleculares. El diagnóstico de laboratorio para la identificación de las especies de garrapatas y de los agentes transmitidos por garrapatas, se realizará por medio de métodos moleculares.

La metodología y las pruebas que se implementaran serán realizadas por el laboratorio de Parasitología y Biología Molecular de la FMVZ, Universidad Autónoma de Tamaulipas. Para las pruebas de resistencia las muestras serán analizadas en el único laboratorio aprobado, CENAPA-SENASICA-SAGARPA.

5.1.9.1. Identificación de especies de garrapatas

La identificación de especímenes de garrapata así como lo describe la NOM-019-ZOO-1994, deberá de ser mediante taxonomía en un laboratorio aprobado por la SAGARPA.

Las muestras de garrapatas recolectadas de venados cola blanca, serán sometidas a los procedimientos de diagnóstico por medio de taxonomía molecular. Este diagnóstico no se realizará en un laboratorio de diagnóstico aprobado por SAGARPA, ya que se hará con fines de investigación

5.1.9.2. Detección de hemoparásitos

De acuerdo con la NOM-019-ZOO-1994 el diagnóstico oficial para las enfermedades transmitidas por garrapatas *R. (Boophilus) spp*, como la Babesiosis causada por *B. bovis* y *B. bigemina*; y Anaplasmosis causada por *A. marginale*, requiere que sea en laboratorios y con personal aprobado por la SAGARPA. Las técnicas autorizadas para el diagnóstico de laboratorio, se encuentran en la NOM-019-ZOO-1994.

Las pruebas moleculares tienen la ventaja de identificar a los portadores sanos. El empleo de estas técnicas se justifica debido a que los métodos de diagnóstico inmunológico, basados principalmente en la identificación de anticuerpos producidos por el hospedero son sensibles, pero se les atribuyen desventajas, ya que los anticuerpos anti-parásito pueden estar presentes hasta algún tiempo después del inicio de la infección y pueden persistir tiempo posterior a la resolución de la infección. Lo anterior pudiera ser un problema en términos epizootológicos, ya que ciertos animales en áreas endémicas pueden tener un elevado nivel de anticuerpos reactivos en la ausencia del parásito (Figuroa *et al.*, 2003).

En situaciones en las cuales se precise de la determinación a nivel especie y la detección directa del material genético parasitario, el uso de sondas de ácidos nucleicos o técnicas de amplificación pudiera proveer de otra alternativa diagnóstica. La introducción de nuevas tecnologías para la amplificación de ácidos nucleicos tales como la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR), poseen ventajas, ya que las secuencias de ADN a buscarse pueden ser amplificadas antes de la hibridación con sondas específicas, así la sensibilidad analítica no constituye un problema mayor (Figuroa *et al.*, 2003).

La técnica de PCR es un método enzimático el cual permite la amplificación *in vitro* de secuencias de ADN específicas, esta técnica ha facilitado el desarrollo de

una gran cantidad de sistemas de detección basados en ácidos nucleicos para identificar diversos agentes infecciosos de importancia médica veterinaria. Debido a su elevada sensibilidad, especificidad y velocidad, ofrece importantes ventajas sobre los métodos convencionales de diagnóstico (Figuroa *et al.* 2003).

5.1.9.2.1. Identificación de *Anaplasma*

De acuerdo con la NOM-019-ZOO-1994, para la identificación de *Anaplasma marginale* se pueden emplear las siguientes pruebas diagnósticas: frotis de sangre, aglutinación en tarjeta y fijación de complemento.

Algunos estudio para la detección de anticuerpos contra las especies de hemoparásitos y cepas involucradas, han realizado pruebas diagnósticas a partir de ELISA competitivo (Contreras *et al.* 2007).

5.1.9.2.2. Identificación de *Babesia*

De acuerdo con la NOM-019-ZOO-1994, para la Babesiosis se consideran como pruebas oficiales los métodos directos (frotis de sangre) y métodos indirectos (fijación de complemento, IFA).

La realización de frotis sanguíneos, no es de utilidad cuando existe una enfermedad sub-clínica, además de que el manejo y transportación de las muestras no lo permite ya que se requieren muestras frescas.

Debido a la elevada sensibilidad analítica y especificidad del ensayo de PCR, así como su potencial práctico para identificar infecciones simultáneas con *B. bigemina* y *B. bovis* se ha probado su aplicabilidad en estudios epidemiológicos. En un muestreo de bovinos pertenecientes a zonas ganaderas enzoóticas para hemoparásitos en Yucatán, se encontró, a partir de muestras de sangre analizadas con la prueba de PCR múltiple, una tasa de prevalencia de 66.7% Y 60.1 % en bovinos infectados con *B. bigemina* y *B. bovis* respectivamente. La prueba de PCR múltiple demostró la presencia de animales con infecciones subclínicas únicas o dobles, los cuales podrían ser identificados con la correspondiente sonda de ADN específica de especie (Figuroa *et al.* 2003).

5.1.9.3. Pruebas de susceptibilidad a ixodicidas

Para conocer los mecanismos de resistencia y determinar la frecuencia de alelos resistentes involucrados en las diferentes cepas, se recomienda hacerlo por medio de técnicas moleculares, para conocer su comportamiento y mejorar el uso de ixodicidas para el control de garrapatas (Cabrera-Jiménez. 2008).

Tradicionalmente el diagnóstico de resistencia se ha realizado a través de la prueba de la FAO. Entre las desventajas de esta prueba es que requiere un alto número de larvas, es tardada, laboriosa y de baja sensibilidad; para cuando el problema es detectado, la frecuencia de alelos resistentes ya está ampliamente distribuido en la población de garrapatas (Rodríguez *et al.* 2005).

Nuevos métodos de diagnóstico basados en aspectos moleculares están siendo desarrollados para detectar resistencia en insectos. Tienen las ventajas de usar un sólo espécimen. Las larvas o hemolinfa de garrapatas adultas son una fuente adecuada de material genético (Rodríguez *et al.* 2005).

Las técnicas moleculares ofrecen ventajas particulares para el diagnóstico de resistencia; son altamente específicas y pueden llegar a ser muy sensibles, siendo la mayoría de ellas basadas en la PCR. Sin embargo, una de sus limitaciones es que el mecanismo bioquímico y genético de la resistencia debe haber sido detectado para poder preparar la sonda molecular que identifica ese genotipo; ese mecanismo de resistencia debe ser predominante en el campo y las pruebas moleculares pueden no ser apropiadas para todos los mecanismos de resistencia existentes (FAO, 2003).

Las pruebas de susceptibilidad y resistencia a ixodicidas se realizarán en el único laboratorio aprobado, CENAPA.

6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El daño que ocasionan las garrapatas constituye un problema importante en materia de sanidad animal. Las actividades de sanidad animal tienen como finalidad preservar la salud, así como prevenir y controlar; las enfermedades y plagas que afectan el estado de salud de los animales.

Los programas de muestreo y monitoreo, que integran la vigilancia epidemiológica de las infestaciones de garrapatas y de sus enfermedades que transmiten a los animales; constituyen una herramienta importante para el reconocimiento de la situación zoonosaria de las zonas establecidas en la Campaña nacional contra la garrapata *Boophilus* spp (control, erradicación y libres).

El monitoreo permitirá obtener la información necesaria para, la realización del análisis de riesgo y la toma de decisiones en la aplicación de las medidas zoonosarias en las unidades de producción que se encuentran dentro de las zonas de control.

La información existente en los registros de prevalencia para las regiones de la zona de estudio, en contraste con las de los resultados del monitoreo, indicará si el comportamiento se encuentra en concordancia a la estacionalidad y si existen variaciones con los estudios que se han realizado previamente.

Por medio de la implementación del monitoreo se podrá evaluar la eficacia de las medidas de prevención y control implementadas dentro de las UMAS. Por ejemplo, a través de los resultados del análisis de resistencia y susceptibilidad a los ixodicidas en las poblaciones que constituyen el tercer pico en el tamaño poblacional de las garrapatas; se podrá conocer el comportamiento que seguirán las garrapatas en el año siguiente. Se podrán elaborar las estrategias más adecuadas en cuanto a: la aplicación de los ixodicidas que muestren tener la mayor efectividad dentro de estas poblaciones. El muestreo es de utilidad para obtener estos indicadores e identificar las variaciones que presentan las poblaciones de garrapatas.

Los indicadores de frecuencia e intensidad, serán de utilidad para conocer de manera parcial, la dinámica de las infestaciones y de los agentes transmitidos por las garrapatas en las poblaciones de venados cola blanca del noreste de Coahuila.

Estos indicadores serán útiles para conocer el comportamiento poblacional de las garrapatas en los venados cola blanca y su implicación dentro de la epizootiología de las infestaciones y de las enfermedades transmitidas por garrapatas. Los indicadores servirán para conocer este comportamiento dentro de uno de los segmentos de la población (venados cola blanca macho), además de que serán útiles para identificar los patrones asociados al riesgo dentro de las UMAS. A pesar de la utilidad de los resultados, se desconocerían otros factores asociados a otros estratos de la población. La flexibilidad en la metodología, permitirá que si es pertinente se puedan modificar las estrategias en la selección de los individuos y de este modo ampliar el conocimiento de la población de venados cola blanca.

Para la elaboración de la presente metodología se emplearon estudios aplicados a modelos predictivos para la distribución de las garrapatas como parte de la identificación de zonas de riesgo para la incidencia. Por lo que la elaboración de estudios en modelos predictivos debe de considerarse como una herramienta indispensable para identificar zonas de importancia estratégica.

Con lo referente a la logística en la implementación del monitoreo, debe de considerarse, la capacitación del personal que integrará la toma de las muestras y recolección de la información. Por lo que es fundamental que la información en la presente metodología pueda transmitirse lo más claramente posible. Esta información además deberá sumarse con las experiencias de: los propietarios de los predios, el personal técnico de la unidad, los cazadores y voluntarios que participen durante el muestreo, para que de esta manera se pueda garantizar el éxito durante la recolección de la información y que los resultados de las muestras sean confiables.

La preservación de la salud de las poblaciones, incluye la participación de diferentes sectores interesados en lograr este objetivo, por lo que la comunicación y cooperación permanente garantizará el éxito en el avance de las estrategias. Los resultados que se obtengan del monitoreo deben de cumplir con el criterio de retroalimentación de la información y servir para el diseño de futuras investigaciones que contribuyan a ampliar el conocimiento.

Las zonas adyacentes a los puntos de congregación determinadas por los bebederos y comederos artificiales, podrían servir para muestrear garrapatas a partir de la vegetación, con el fin de obtener mayor información acerca de la estacionalidad y dinámica poblacional en la fase no parasítica.

Con el fin de caracterizar las zonas de estudio, la ubicación de los puntos de cacería puede ser geo-referenciada con ayuda de navegadores GPS, marcando la ubicación como una característica de presencia. Sucesivamente estos datos pueden generar archivos de capas vectoriales y trabajarse con ayuda de programas de SIG como ArcView o ArcGIS. Estos archivos pueden reclasificarse en imágenes satelitales de acuerdo a los tipos de vegetación y asociarse a la modificación de micro-hábitats, como consecuencia de las prácticas de manejo y de las variaciones en las condiciones climáticas, lo cual permitiría la construcción de mapas de riesgo para de esta manera conocer si existen factores asociados a las zonas de infestación.

Independientemente de los objetivos principales del monitoreo, el levantamiento del muestreo podría permitir evaluar el estado de salud de las poblaciones de venados y si existe la manifestación de otros padecimientos asociados a otro tipo de enfermedades. Esta información podrá ser identificada mediante el formato de cuestionario y el formato de llenado de información en campo. El diseño de los formatos debe permitir que los registros de información sean vaciados para integrarse a bases de datos y que se puedan analizar con ayuda de programas estadísticos.

Respecto a la frecuencia en los reportes de la presencia de *R. annulatus* y *R. microplus* en poblaciones de venado cola blanca en Texas, así como lo describen Pound *et al.* (2010); indica que las medidas las estrategias de erradicación, como es el caso del descanso de praderas de ganado, no son suficientes como para interrumpir el ciclo de vida de las garrapatas y reducir en su totalidad la población. El cambio de las zonas libres de infestaciones con garrapatas a zonas de cuarentena dentro de Texas, obedece al hecho de la adaptación de las garrapatas a las condiciones presentes en estas regiones ecológicas. Así lo confirma el historial en los reportes de brotes de Texas en la zona de la frontera, donde a pesar

de los esfuerzos realizados en las campañas de erradicación, no ha sido posible librarse de la presencia de las garrapatas.

La zona fronteriza en México, de acuerdo a las fases que establece la Campaña nacional contra la garrapata en México, se ha mantenido como una zona en erradicación y recientemente se ha cambiado el estado como zona de control. La presencia de brotes en Texas no debería asociarse sólo a la diseminación de las garrapatas provenientes de otras regiones, como es el caso de México. Ya que no existe la evidencia científica que sostenga que dichas poblaciones provengan de México. Si bien el riesgo de diseminación entre regiones es persistente, el potencial de adaptación que tienen las garrapatas, *R. microplus* y *R. annulatus*, a las condiciones del hábitat dentro de una zona ecológica y la amplitud de huéspedes que pueden infestar; les permite a las poblaciones de garrapatas, establecerse de una manera endémica dentro de las regiones donde se ha reportado su presencia. La erradicación de las garrapatas no es un objetivo realista, por lo que este enfoque debería de cambiar al del control de sus poblaciones con base a un entendimiento en su epizootiología.

De acuerdo con lo mencionado por Pound *et al* (2010), en los ranchos de Texas que se han declarado en cuarentena, debido a la presencia de las garrapatas; se les brinda a los propietarios de los ranchos, que apliquen como medidas de control: hacer el descanso de las pasturas o bien aplicar tratamientos sistemáticos al ganado con acaricidas. Estas medidas no son suficientes si se aplican por separado. El riesgo del mantenimiento en la prevalencia de infestaciones se encuentra latente, si las estrategias de control se aplican de manera aislada. El control de las poblaciones debe de basarse en una combinación de estrategias, no sólo con métodos de control con acaricidas, sino además en el control en el tamaño de las poblaciones de bovinos, respetando la capacidad de carga animal que el hábitat pueda soportar.

Además del control en la capacidad de carga de los animales domésticos, también deberían considerarse el tamaño en la población de otras especies de animales silvestres y que pueden servir como huéspedes reservorios para las garrapatas. Se ha demostrado que las garrapatas *R. microplus* y *R. annulatus*

pueden adaptarse a una gran variedad de huéspedes, además del venado cola blanca, por lo que si estas garrapatas están establecidas en un lugar, la posibilidad de que se encuentre infestando otros huéspedes es factible. Esta idea debería de considerarse en mayor proporción en las unidades productivas que tienen una sobrepoblación de animales, tanto domésticos como silvestres.

A pesar de los esfuerzos de erradicación, así como lo menciona Pound *et al.* (2010), el riesgo de la diseminación de garrapatas dentro de las zonas de cuarentena dentro de Texas es persistente, por lo que se requiere la realización de mas estudios que esclarezcan la relación que mantiene *R. microplus* y *R. annulatus* con el venado y otros ungulados silvestres, sin dejar aparte la relación que existe en las áreas donde se encuentran poblaciones de ganado doméstico. Estos estudios deben de ir dirigidos al diseño de nuevas y más eficaces estrategias de vigilancia y control.

De acuerdo con lo mencionado por Pound *et al.* (2010), a partir de los ranchos donde se asocia como principal huésped de garrapatas al venado cola blanca, se considera que:

- El venado puede sostener poblaciones de garrapatas en pasturas descansadas, por lo que el descanso de pasturas no es una estrategia viable para la erradicación.
- El maíz medicado con ivermectina puede ser utilizado como una herramienta eficaz para el control de *R. annulatus* en poblaciones de venado cola blanca.
- El venado cola blanca no sólo puede ser un huésped viable para sostener poblaciones de *R. microplus* y *R. annulatus*, sino además puede distribuir hembras repletas dentro de las áreas de sus hábitats hogareños.

7. REFERENCIAS

1. ALONSO-DÍAZ MA, RODRÍGUEZ-VIVAS RI, FRAGOSO-SÁNCHEZ H, ROSARIO-CRUZ R. Resistencia de la garrapata *Boophilus microplus* a los ixodicidas. Arch. Med. Vet. 2006; 38 (2): 105-113.
2. ALONSO-DÍAZ MA, LÓPEZ-SILVA BJ, LEME DE MAGALHÃES-LABARTHE AC, RODRÍGUEZ-VIVAS RI. Infestación natural de hembras de *Boophilus microplus* Canestrini, 1887 (Acari: Ixodidae) en dos genotipos de bovinos en el trópico húmedo de Veracruz, México. Vet Méx., 2007; 38 (4): 503-509.
3. ÁLVAREZ V^a, BONILLA R, CHACÓN I. Abundancia relativa de *Amblyomma* spp. (Acari: Ixodidae) en bovinos (*Bos taurus* y *B. indicus*) de Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 2003; 51 (2): 435-444.
4. ÁLVAREZ V^b, BONILLA R, CHACÓN I. Frecuencia relativa de *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae) en bovinos (*Bos taurus* y *B. indicus*) en ocho zonas ecológicas de Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 2003; 51 (2): 427-434.
5. ÁLVAREZ V, HERNÁNDEZ V, ROMERO JJ. Fase no parasítica de *Boophilus microplus* (ACARI: IXODIDAE) en condiciones ambientales y de laboratorio en Costa Rica. Agronomía Costarricense. 2007; 31 (2): 49-56.
6. BARRÉ N, BIANCHI M, DE GARINE-WICHATITSKY M. Effect of the association of cattle and rusa deer (*Cervus timorensis russa*) on populations of cattle ticks (*Boophilus microplus*). Annals of the New York Academy of Sciences. 2002; 969: 280-289.
7. BASCO BP, CARBALLEDO ÁA, COTA GS, OLMEDA GA, VALCÁRCEL SF. Estudio de control biológico de garrapatas en la finca "La Garganta" - Previous study of tick's biological control in "The Garganta": seasonal activity. Revista Complutense de Ciencias Veterinarias. 2008; 2(2): 73-84.
8. BAZAN TM. Efecto de *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) en el control biológico de *Boophilus microplus* Canestrini (Acari: Ixodidae) en ganado bovino estabulado (tesis de maestría). Tecomán (Colima) México: Universidad de Colima, 2002.
9. BELLO-GUTIÉRREZ J, GALLINA S, EQUIHUA M. Distancias de desplazamiento del Venado Cola Blanca y su relación con factores ambientales en el Noreste de México. Memorias del IV Congreso Internacional sobre Manejo de Fauna Silvestre en Amazonia y Latinoamérica; 2004 Septiembre 5-10; Isquitos, Peru. [citado 2010-02-02]. Disponible en: URL: <http://www.revistafauna.com.pe/memo/146-151.pdf>
10. CABRERA-JIMÉNEZA D, RODRÍGUEZ-VIVAS RI, ROSADO-AGUILA JA. Evaluación de la resistencia a la cipermetrina en cepas de campo de *Boophilus microplus* obtenidas de ranchos bovinos del estado de Yucatán, México. Téc Pecu Méx. 2008; 46 (4): 439-448.
11. CANTU-C A, ORTEGA-S JA, GARCIA-VAZQUEZ Z, MOSQUEDA J, HENKE SE, GEORGE JE. Epizootiology of Babesia bovis and Babesia bigemina in Free-Ranging White-Tailed Deer in Northeastern Mexico. J. Parasitol. 2009; 95 (3): 536-542.
12. CANTU A, ORTEGA-S JA, MOSQUEDA J, GARCIA-VAZQUEZ Z, HENKE SE, GEORGE JE. Immunologic and Molecular Identification of Babesia bovis and

- Babesia bigemina* in Free-Ranging White-Tailed Deer in Northern Mexico. *Journal of Wildlife Diseases*. 2007; 43 (3): 504-507.
13. CANTÚ-MARTÍNEZ MA, SILVA-PÁEZ ML, ÁVALOS-RAMÍREZ R, WONG-GONZÁLEZ A, SALINAS-MELÉNDEZ JA, SEGURA CORREA JC. Prevalence of Antibodies against *Anaplasma marginale* in White tailed Deer (*Odocoileus virginianus texanus*) in Hunting Farms of Northeastern Mexico. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 2008; 7(11): 1495-1498.
 14. CANTÚ-MARTÍNEZ MA, SALINAS-MELÉNDEZ JA, ZARATE-RAMOS JJ, ÁVALOS-RAMÍREZ R, MARTÍNEZ-MUNOZ A, SEGURA CORREA JC. Prevalence of Antibodies against *Babesia bigemina* and *B. bovis* in White tailed Deer (*Odocoileus virginianus texanus*) in Farms of Northeastern Mexico. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 2008; 7(2): 121-123.
 15. CONTRERAS J, MELLINK E, MARTÍNEZ R, MEDINA G. Parásitos y Enfermedades del Venado bura (*Odocoileus hemionus fluginatus*) en la parte norte de la sierra San Pedro Mártir, Baja California, México. *Revista Mexicana de Mastozoología*. 2007; 11:8-20.
 16. CRUZ VC. Caracterización inmunoquímica de proteínas de superficie de intestino de garrapatas *Boophilus microplus* (tesis de doctorado). México (D.F.): Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México, 1995.
 17. DAVEY RB. Failure of White-Tailed Deer, *Odocoileus virginianus* L., to sustain a population of cattle ticks, *Boophilus annulatus* (SAY), through successive generations. *J. Parasitol.*, 1990; 76 (3): 356-359.
 18. DE BLAS I, RUIZ-ZARZUELA I, BAYOT B, FERREIRA C. Manual de Epidemiología Veterinaria. 1ª ed. España: Universidad de Zaragoza. Facultad de Veterinaria, 2007.
 19. DE LA VEGA R, DÍAZ G, CAMEJO A, GARCÍA I. APPLICATION OF TICK SAMPLING ON ACARICIDAL BATH FREQUENCY IN *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (ACARI: IXODIDAE). *Rev. Salud Anim.* 2009; 31 (2): 105-107.
 20. DE CASTRO JJ. Sustainable tick and tick-borne disease control in livestock improvement in developing countries. *Vet. Parasitol.* 1997; 71: 77-97.
 21. DOMÍNGUEZ-ALPIZAR, RODRÍGUEZ-VIVAS RI, OURA C, COB-GALERA L. Determinación de la especificidad y sensibilidad de las técnicas de Ensayo Inmunoenzimático Indirecto y de inmunofluorescencia indirecta para el diagnóstico de *Babesia bovis*. *Rev Biomed.* 1995; 6:17-23.
 22. DOMÍNGUEZ-GARCÍA DI, ROSARIO-CRUZ R, ALMAZÁN-GARCÍA C, SALTIJERAL OJA, DE LA FUENTE J. *Boophilus microplus*: ASPECTOS BIOLÓGICOS Y MOLECULARES DE LA RESISTENCIA A LOS ACARICIDAS Y SU IMPACTO EN LA SALUD ANIMAL. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 2010 (12): 181 – 192.
 23. DURDEN LA, LUCKHART S, MULLEN GR, SMITH S. Tick infestation of White-tailed deer in Alabama. *Journal of Wildlife Diseases*. 1991; 27 (4): 606-614.
 24. ESTRADA-PEÑA A^a, BOUATTOUR A, CAMICAS J-L, GUGLIEMONE A, HORAK I, JONGEJAN F, LATIF A, PEGRAM R, WALKER AR. The known distribution and ecological preferences of the tick subgenus *Boophilus* (Acari: Ixodidae) in Africa and Latin America. *Experimental and Applied Acarology*. 2006; 38: 219-235.

25. ESTRADA-PEÑA A^b, CORSON M, VENZAL JM, MANGOLD AJ, GUGLIELMONE A. Changes in climate and habitat suitability for the cattle tick *Boophilus microplus* in its southern Neotropical distribution range. *Journal of Vector Ecology*. 2006; 31(1):158-167.
26. ESTRADA-PEÑA A^c, GARCÍA Z, FRAGOSO SH. The distribution and ecological preferences of *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae) in Mexico. *Experimental and Applied Acarology*. 2006 38: 307–316.
27. ESTRADA-PEÑA A^d, VENZAL JM. High-resolution predictive mapping for *Boophilus annulatus* and *B. microplus* (Acari: ixodidae) in Mexico and Southern Texas. *Veterinary Parasitology*. 2006; 142: 350-358.
28. FERNÁNDEZ RM, PRECIADO-DE LA TORRE JF, GARCÍA VZ, CRUZ VC, SALTIJERAL OJ. Evaluación estacional de la recuperación de larvas de *Boophilus microplus* en cuatro leguminosas forrajeras en parcelas experimentalmente infestadas. *Técnica Pecuaria en México*. 2004; 42: 97-104.
29. FERNÁNDEZ-RUVALCABA M, ZHIOUA E, GARCÍA-VÁZQUEZ Z. Infectividad de *Metarhizium anisopliae* contra cepas de garrapata *Boophilus microplus* sensible y resistente a los organofosforados. *Téc. Pecu Méx* 2005; 43 (3): 433-440.
30. FIGUEROA MJ, ÁLVAREZ MJ. Investigaciones sobre la aplicación de técnicas moleculares en el diagnóstico y control de la Babesiosis bovina. *Ciencia Veterinaria* 2003; 9 (4): 75-104.
31. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Resistencia a los antiparasitarios, Estado actual con énfasis en América Latina. Estudio FAO de Producción y Sanidad Animal. 2003; 157 [citado 2010-02-02]. Disponible en: URL: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/005/y4813s/y4813s00.pdf>
32. GALLARDO JS, MORALES JS. *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae): preoviposición, oviposición, incubación de los huevos y geotropismo. *Bioagro* 1999; 11(3): 77-87.
33. GAXIOLA CS. Dinámica estacional de la garrapata *Boophilus microplus* en bovinos del estado de Sinaloa (tesis de doctorado). México (D.F.): Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México, 2008.
34. GILL JS, JOHNSON RC, SINCLAIR MK, WEISBROD AR. Prevalence of the Lyme disease spirochete, *Borrelia burgdorferi*, in deer ticks (*Ixodes dammini*) collected from white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) in Saint Croix State Park, Minnesota. *Journal of Wildlife Diseases*, 1993 29(1): 64-72.
35. GONZÁLEZ-CERON^a F, BECERRIL-PÉREZ CM, TORRES-HERNÁNDEZ G, DÍAZ-RIVERA P. Garrapatas que infestan regiones corporales del bovino criollo lechero tropical en Veracruz, México. *Agrociencia*. 2009; 43:11-19.
36. GONZÁLEZ-CERON^b F, BECERRIL-PÉREZ CM, TORRES-HERNÁNDEZ G, DÍAZ-RIVERA P. Infestación natural por *Amblyomma cajennense* y *Boophilus microplus* en bovinos criollo lechero tropical durante la época de lluvias. *Agrociencia*. 2009; 43: 577-584.
37. GUGLIELMONE AA^a, BECHARA GH, SZABO M, BARROS D, FACCINI J, LABRUNA M, MARCIA R, CAMPOS M, FURLONG J, MANGOLD A, MARTINS J, RODRÍGUEZ M, VENZAL J, ESTRADA A. Garrapatas de importancia médica y veterinaria: América Latina y El Caribe. 2003. [citado 2010-02-02]. Disponible

en: URL: <http://www.cnog.com.mx/> Sanidad / Garrapatas / Guia_Neotropical_Esp

38. GUGLIELMONE AA^b, GIORGI R, SODIRO A, GAY R, CANAL A, MANGOLD AJ, ESTRADA PEÑA A. Aptitud ecológica de los departamentos Castellanos y las colonias, Santa Fe, para sustentar hipotéticas poblaciones de la garrapata del vacuno, *Boophilus microplus* (ACARI: IXODIDAE). RIA. 2003; 32 (3): 75-92.
39. HERNÁNDEZ B, VELASCO-MONDRAGÓN HE. Encuestas transversales. Salud Pública de México. 2000; 42 (5): 447-455.
40. HERNÁNDEZ-ÁVILA M, GARRIDO-LATORRE F, LÓPEZ-MORENO S. Diseño de estudios epidemiológicos. Salud Pública de México. 2000; 2 (2): 144-154.
41. INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA (INE). SEMARNAT. Las regiones climáticas de México y su vegetación. IV. Clasificación y nomenclatura de la vegetación de México. [citado 2010-02-02]. Disponible en: URL: <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/443/cap4.html>
42. JOHNSON RC, SINCLAIR MK, WEISBROD AR. Prevalence of the Lyme disease spirochete, *Borrelia burgdorferi*, in deer ticks (*Ixodes dammini*) collected from white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) in Saint Croix State Park, Minnesota. Journal of Wildlife Diseases. 1993; 29 (1): 64-72.
43. JONGEJAN F, UILENBERG G. The global importance of ticks. Parasitology. 2004; 129: 3-14.
44. KEEFE LM, MORO MH, VINASCO J, HILL C, WU CC, RAIZMAN EA. The Use of Harvested White-Tailed Deer (*Odocoileus virginianus*) and Geographic Information System (GIS) Methods to Characterize Distribution and Locate Spatial Clusters of *Borrelia burgdorferi* and Its Vector *Ixodes scapularis* in Indiana. VECTOR-BORNE AND ZONOTIC DISEASES. 2009; 9 (6): 671-680.
45. KUTTLER KL. *Anaplasma* infections in wild and domestic ruminants: a review. Journal of Wildlife Diseases. 1984; 20 (1): 12-20.
46. LABRUNA MB, NARANJO V, MANGOLD AJ, THOMPSON C, ESTRADA-PEÑA A, GUGLIELMONE A, JONGEJAN F, DE LA FUENTE J. Allopatric speciation in ticks: genetic and reproductive divergence between geographic strains of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. BMC Evol Biol. [en línea] 2009; 9: 46. [citado 2010-02-02]. Disponible en: URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2656471/>
47. Ley General de Vida Silvestre. Junio, 26, 2006.
48. LOGAN-LOPEZ K, CIENFUEGOS RE, CLEMENTE-SF, MENDOZA MGD, SIFUENTES RA, TARANGO-AL. Caracterización morfométrica de cuatro subespecies de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en la zona noreste de México. Revista Científica, FCV-LUZ. 2006; 16 (1): 14-22.
49. LOGAN-LÓPEZ K, CIENFUEGOS-RIVAS E, SIFUENTES-RINCÓN A, GONZÁLEZ-PAZ M, CLEMENTE-SÁNCHEZ F, MENDOZA-MARTÍNEZ G, TARANGO-ARÁMBULA L. Patrones de variación genética en cuatro subespecies de venado cola blanca del noreste de México. Agrociencia 2007; 41: 13-21.
50. LÓPEZ SJ, BADI MH. Depredación en crías de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) por coyote (*Canis latrans*) en una Unidad de Manejo y Aprovechamiento del Norte de Nuevo León, México. Acta Zoológica Mexicana (n.s.), 2000; 81: 135-138.

51. MAGNARELLI LA, WILLIAMS SC, FIKRIG E. Seasonal prevalence of serum antibodies to whole cell and recombinant antigens of *Borrelia burgdorferi* and *Anaplasma phagocytophilum* in white-tailed deer in Connecticut. *J Wildl Dis.* 2010; 46 (3): 781-90.
52. MÁRQUEZ-JIMÉNEZ FJ, HIDALGO-PONTIVEROS A, CONTRERAS-CHOVA F, RODRÍGUEZ-LIÉBANA JJ, MUNIAIN-ESCURRA MA. Las garrapatas (Acarina: Ixodida) como transmisores y reservorios de microorganismos patógenos en España. *Enferm Infecc Microbiol Clin* 2005; 23(2): 94-102.
53. MARTINEZ A, SALINAS A, MARTINEZ F, CANTU A, MILLER DK. Serosurvey for Selected Disease Agents in White-tailed Deer from México. *Journal of Wildlife Diseases.* 1999; 35 (4): 799-803.
54. MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA (MGAP), DIVISIÓN LABORATORIOS VETERINARIOS (DILAVE), DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA MIGUEL C. RUBINO. Aplicación del Control Integrado de Parásitos (CIP) a la garrapata *Boophilus microplus* en Uruguay. Uruguay. [citado 2010-02-02]. Disponible en: URL: <http://www.mgap.gub.uy/dgsg/DILAVE/Parasitolog%C3%ADa/Documento%20Uruguay%20TCP%20%20URU%203003.pdf>
55. MÖRNER T, OBENDORF DL, ARTOIS M, WOODFORD MH. Surveillance and monitoring of wildlife diseases. *Rev. sci. tech. Off. Int. Epiz.* 2002; 21(1): 67-76.
56. NELSON TA, GRUBB KY, WOOLF A. Ticks on White-tailed deer fawns from southern Illinois. *Journal of Wildlife Diseases.* 1984; 20 (4): 300-302.
57. NOM-019-ZOO-1994, Campaña nacional contra la garrapata *Boophilus* spp. Julio, 14, 1994.
58. NOM-032-SSA2-2002, Para la Vigilancia Epidemiológica, Prevención y Control de Enfermedades Transmitidas por Vector. Julio, 21 2003.
59. ORTEGA C. Muestreos en Fauna Silvestre. *Rev. Epidem. Med. Prev.* 2003; 1: 23-26
60. ORTIZ-MARTÍNEZ T, GALLINA S, BRIONES-SALAS, GONZÁLES G. Densidad poblacional y caracterización del hábitat del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus oaxacensis*, Golmand y Kellog, 1940) en un bosque templado de la sierra norte de Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana.* 2005; 21 (3): 65-78.
61. PARDO-COBAS E. Compendio de Epidemiología. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Ciencia Animal, 2006. [citado 2010-02-02]. Disponible en: URL: <http://cenida.una.edu.ni/Textos/nl73p226.pdf>
62. PÉREZ JM^a (coord.). Distribución genética y estatus sanitario de las poblaciones andaluzas de la cabra montés. 1^a ed. Sevilla: Universidad de Jaén, Consejería de Medio Ambiente, 2001.
63. POUND JM, GEORGE JE, KAMMLAH DM, LOHMEYER KH, DAVEY RB. Evidence for Role of White-Tailed Deer (Artiodactyla: Cervidae) in Epizootiology of Cattle Ticks and Southern Cattle Ticks (Acari: Ixodidae) in Reinfestations Along the Texas/Mexico Border in South Texas: A Review and Update. *J. Econ. Entomol.* 2010; 103 (2); 211-218.
64. QUIROZ RH. Parasitología y enfermedades parasitarias de animales domésticos. México DF: Limusa, 2005.
65. RODRÍGUEZ I, GERN L, RAIS O, FUENTES O, GONZÁLES R, FERNÁNDEZ C. Detección molecular de patógenos emergentes de importancia médica y

- veterinaria en garrapatas capturadas sobre caballos domésticos. REV CUBANA MED TROP. 2009; 61 (1): 57-62.
66. RODRÍGUEZ VR *et al.* Resistencia de la garrapata *Boophilus microplus* a los Ixodicidas en el Sureste de México. CONACYT-SAGARPA-2002-CO1-1754. Folleto Técnico No.1, Octubre 2005.
 67. RODRÍGUEZ-VIVAS RI, DOMINGUEZ AJ. Grupos entomológicos de importancia veterinaria en Yucatán, México. Rev Bioméd 1998; 9: 26-37.
 68. RODRÍGUEZ-VIVAS RI, ROSADO AA, BASTO-ESTRELLA G, GARCÍA VZ, ROSARIO CR, FRAGOSO SH. Manual técnico para el control de garrapatas en el ganado bovino. IFARVETUADY-SAGARPA-INIFAP. Publicación técnica 4. Octubre de 2006. [citado 2010-02-02]. Disponible en: URL: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/005/y4813s/y4813s00.pdf>
 69. SAMUEL WM, PYBUS MJ, KOCAN AA. Parasitic Diseases of Wild Mammals. 2^{da} ed. United States of America: Iowa State University Press, 2001.
 70. SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN (SAGARPA). Plan Estratégico de la Campaña Nacional Contra la Garrapata *Boophilus* spp. en México 2008-2012, 2008. [citado 2010-02-02]. Disponible en: URL: <http://www.conasamexico.org.mx/conasaplanestratgarrap.pdf>
 71. SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT), DIRECCIÓN GENERAL DE VIDA SILVESTRE (DGVS). Plan de Manejo Tipo de Venado Cola Blanca en climas áridos y semiáridos del Norte de México. Noviembre 2008. [citado 2010-02-02]. Disponible en: URL: http://www.semarnat.gob.mx/tramites/gestionambiental/vidasilvestre/Documents/PMT_Dic_2009/PMT%20VCBlancaClimaArido_Actualizado.pdf
 72. SOLORIO-RIVERA JL, RODRÍGUEZ-VIVAS RI. Epidemiología de la Babesiosis bovina. I. Componentes Epidemiológicos. Rev Biomed 1997; 8:37-47.
 73. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. ANIMAL HEALTH MONITORING AND SURVEILLANCE, NATIONAL ANIMAL HEALTH SURVEILLANCE SYSTEM OUTLOOK. Cattle Fever Tick Surveillance in Texas. Agosto 2005. [citado 2010-02-02]. Disponible en: URL: http://nsu.aphis.usda.gov/outlook/issue7/cattle_fever_tick_surveillance.pdf
 74. VILLAREAL EO. El Grand-Slam de venado cola blanca mexicano, Una alternativa sostenible. Arch. Zootec: 2002; 51: 187-193.
 75. VILLARREAL GJ. Situación Actual y Perspectivas de la Ganadería Diversificada en México. 2º Encuentro Nacional Ganadero. Confederación Nacional de Organizaciones Ganaderas (CNOG). 2005 [citado 2010-02-02]. Disponible en: URL: <http://www.cnog.com.mx/MexGan/514/15%20Ganaderia%20Diversificada%20en%20Mexico.pdf>
 76. VOR T, KIFFNER C, HAGEDORN P, NIEDRIG M, RÜHE F. Tick burden on European roe deer (*Capreolus capreolus*). Exp Appl Acarol 2010; 51: 405-417.
 77. WIMBERLY MC, BAER AD, YABSLEY MJ. Enhanced spatial models for predicting the geographic distributions of tick-borne pathogens. Int J Health Geogr. 2008; 7: 15.

8. ANEXOS

8.1. CUADROS

Cuadro 1.- Clasificación de material bibliográfico de acuerdo a la fuente de publicación.

Referencia	Numero
Libros	3
Revistas Científicas	55
Tesis	3
Memorias de Simposios y Congresos	2
Manuales y Compendios	3
Planes	2
NOM's	2
Leyes	1
Páginas del Internet	1
Otros (Documentos electrónicos)	5
Total	77

Cuadro 2.- Calendario de eventos biológicos del venado cola blanca y actividades de manejo realizadas dentro de las UMAS

EVENTO o ACTIVIDAD	MESES											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Época de celo	X										X	X
Gestación	X	X	X	X	X	X	X	X				
Nacimiento						X	X	X				
Destete	X										X	X
Reproducción o cortejo	X	X									X	X
Realización de censos									X	X	X	
Aprovechamiento machos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Aprovechamiento hembras	X	X	X	X								X
Captura y reubicación	X	X	X	X				X	X	X	X	X

Cuadro 3.- Números correspondientes a garrapatas *R. annulatus* cuantificados a través de 3 infestaciones sucesivas (generaciones) en venados cola blanca y ganado

Parámetro	Primera infestación		Segunda infestación		Tercera infestación	
	Venado (3 meses)	Ganado	Venado (6 meses)	Ganado	Venado (9 meses)	Ganado*
Numero de larvas / animal (miles)	3.0	3.0	3.0	3.0	1.9	-
Hembras recuperadas / animal+	12.7 b	506.7 a	2.0 b	578.0 a	0.3 b	-
Peso de hembra	215.3 bc	349.2 a	291.0 ab	348.0 a	150.0 c	-
Peso masa de huevecillos	113.0 c	150.0 b	164.8 ab	182.7 a	65.0 d	-
Eclosión (%)	58.5 a	73.6 a	51.0 a	77.1 a	0.0 b	-

* Larvas insuficientes para infestar al ganado en esta infestación.

+medias dentro de las filas seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes ($P < 0.05$) usando la prueba de Duncan para rangos múltiples.

Fuente: Davey (1990).

**Cuadro 4 .- Características de las UMAS del estado de Coahuila
(municipio, tasa de autorización y tamaño de muestra)**

Municipio	UMAS por municipio	UMAS seleccionadas	Nombre UMA	ID UMA	Tasa de autorización	Tamaño de muestra
Acuña	859	4	El Olmo	DFYFS-CR-EX-0825-COA	40	20
			La Margarita	DFYFS-CR-EX-0238-COA	70	35
			Ojo de Agua	DGVS-CR-EX-1306-COA	31	15
			Rancho Seco	DFYFS-CR-EX-0475-COA	75	35
Guerrero	1686	4	Buena Vista	DFYFS-CR-EX-0723-COA	120	60
			El Azulejo	DGVS-CR-EX-1879-COA	120	60
			Las Cuevas	SEMARNAC-CR-EX-0037-COA	120	60
			Rancho El Amole	DGVS-CR-EX-0898-COA	100	50
			El Dorado	DFYFS-CR-EX-0265-COA	110	55
Hidalgo	1265	5	Loma de La Mujer	DFYFS-CR-EX-0244-COA	80	40
			Los Apaches	DFYFS-CR-EX-0275-COA	45	22
			Santa Bárbara	DFYFS-CR-EX-0672-COA	65	33
			Ventanas	DFYFS-CR-EX-0235-COA	45	22
			El Álamo	DGVS-CR-EX-1629-COA	15	8
Jiménez	153	4	El Pinto	DFYFS-CR-EX-0671-COA	16	8
			La Lonja	SFA-VS-CR-EX-0007-COA	15	8
			San Marcos	SEMA-CR-EX-0219-COA	16	8
			El Fénix	DFYFS-CR-EX-0801-COA	10	5
Nava	183	4	El Uno	DGVS-CR-EX-2794-COA	100	50
			Las Galeras	DFYFS-CR-EX-0811-COA	12	7
			Rancho La Candelaria	DFYFS-CR-EX-0903-COA	10	5
Piedras Negras	47	4	Casa Roja	DGVS-CR-EX-0959-COA	15	8
			El Refugio	DGVS-CR-EX-2529-COA	6	3
			La Muralla	DFYFS-CR-EX-0351-COA	8	4
			Los Sabinos de San Rodrigo, S. De R.L. De C.V.	SEMARNAP-UMA-EX-0007-COA	8	4
Total	4193	25				625

Cuadro 5.- Características de los municipios del estado de Coahuila (altitud, extensión territorial, temperatura promedio, precipitación promedio, temporada de lluvias, heladas y tipos de climas

Municipio	Altitud (msnm)	Extensión (km ²)	Temperatura (°C) (Media anual)	Precipitación (mm)	Lluvias (meses)	Heladas (Días al año)	Climas
Acuña	280	11,487.7	20 a 22	300 a 400 y 400 a 440	De mayo a julio noviembre, diciembre y enero	De 20 a 40	Norte y Noreste: muy secos y muy cálidos.
Guerrero	220	3,219.7	20 a 22	500 a 600	De mayo a Octubre	De 0 a 20	Norte y noroeste: semiseco, semicálido y seco semicálido Centro, Sur y Sureste: seco templado y subtipo semiseco semicálido
Hidalgo	150	1,619.8	22 a 24	400 a 500	De mayo a noviembre	De 0 a 20	Norte: semiseco, semicálido. Centro y Sur: secos muy cálidos y cálidos
Jimenez	250	3,040.9	20	400 a 500 (este) 300 a 400 (centro) 200 a 300 (oeste)	Abril a octubre. Escasas en noviembre y diciembre.	De 0 a 20	Noreste: semiseco semicálido Sur y Oeste: seco y semicálido
Nava	324	804.9	20 a 22	500 a 600 (noreste) 400 a 500 (noroeste y sur)	De abril a octubre, escasas en noviembre y diciembre	De 0 a 20	Norte, Noreste, Sur y Sureste: semiseco templado Noreste y Oeste: subtipos secos semicálido
Piedras Negras	250	914.2	20 a 22	500 a 600 Noreste y sureste 400 a 500 Noroeste y suroeste	Abril a octubre. Escasas en noviembre y diciembre.	De 0 a 20	Noroeste, Oeste y Suroeste: seco cálido Norte y Sur: semiseco templado.

Cuadro 6.- Características de los municipios de Coahuila (hidrografía, flora, fauna y uso de suelo)

Municipio	Hidrografía	Flora	Fauna	Uso de suelo
Acuña	Arroyo el caballo alimenta la presa de La Amistad. Al norte pasa el Rio Bravo y tiene como sub-cuencas intermedias a los arroyos El Caballo, El Laon y Palomos. Al sureste se encuentra la laguna el Centenario.	Pastizales, arbustos y bosques de pino.	Venado cola blanca, venado bura, oso, guajolote, puma y coyote.	La mayor parte se utiliza para el desarrollo pecuario. Predomina el régimen de propiedad privada.
Guerrero	De norte a este pasa el río Bravo	Mezquite, huizache y encino	Venado, jabalí, guajolote, conejo, liebre, puma, tejón y aves silvestres.	Desarrollo pecuario, concentrado en los márgenes del río Bravo. Tenencia de la tierra: predomina el régimen de tipo ejidal.
Hidalgo	Se extiende del noreste al sureste el río Bravo, formando el límite con EU	La vegetación es baja y escasa, predominan las plantas xerófilas	Predominan roedores y reptiles característicos de regiones semidesérticas	La mayor parte se utiliza para el desarrollo pecuario. Predomina el régimen de tipo ejidal.
Jiménez	Noreste: Río Bravo de Oeste a Este: Río San Rodrigo Arroyos: Las Vacas, Tule y El Lobo	Matorral desértico, predominan los arbustos y plantas xerófilas	Coyote, liebre, conejo, rata, víbora, tortuga, gavilán, zopilote y codorniz.	El uso del suelo es fundamentalmente agrícola y ganadero.
Nava	Manantial de los Potreros de Nava, repartido en cuatro acequias: Morita o Empanzada, De En Medio, Del Pueblo y la de usos urbanos. Hay 15 pozos profundos almacenados en estanques, utilizados en la irrigación de campos agrícolas y ganaderos.	Bosques de encino, mezquite y huizache. También existe zacate de jícara y gramilla. Arbustos: chaparro prieto, granjeno, guajillo y frijolillo. Cactáceas: nopal, tasajillo y biznaga.	Coyotes, liebres, conejos, ardillas, zorrillos, tejones, tlacuaches, víboras, tortugas, gavilanes, chileros, tecolotes, aguilillas, zopilotes, urracas, cuervos, gorriones, cardenales, codornices, palomas, faisanes y en menor escala venado cola blanca, gato montés, armadillo y jabalí	La mayor parte se utiliza para el desarrollo pecuario. El área urbana, se concentra en la parte sur. Tenencia de la tierra: predomina el régimen de tipo ejidal.
Piedras Negras	Norte a noreste fluye el río Bravo. Al noreste el río San Rodrigo. Al sur el río San Antonio que desemboca por el sureste en el río Bravo.	Tipo desértica: gobernadora, mezquite, lechugilla y ocotillo.	Coyote, liebre, conejo, venado, gato montés, rata, armadillo, tejón y víbora.	Mayor parte para el desarrollo pecuario.

**Cuadro 7.- Características de la UMA “El Fénix”
(clave, ubicación, superficie, temperatura, precipitación, porcentaje de humedad y lluvias)**

UMA	Clave	Municipio	Coordenadas geográficas	Altitud (msnm)	Superficie (Has)	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)	% de humedad	Lluvias (meses)
El Fénix	DFYFS-CR-EX-0801-COA	Nava	Latitud: 28°31'55" Longitud: 100°38'30"	540	3,838	Min: 13 Max: 21.7	Min: 9.2 Max: 129.9	60	Septiembre

**Cuadro 8.- Características de la UMA “El Fénix”
(tipo y uso de suelo, índice de agostadero, tipo de vegetación, fisiografía, hidrografía y tipos de climas)**

UMA	Suelo	Uso de suelo	Índice de Agostadero	Tipo de vegetación	Fisiografía	Hidrografía	Climas
El Fénix	Xl+Xh/3: Xerosol lúvico + Xerosol háplico con textura fina	Ganadería extensiva criollo (3838 Has)	11 has/UA	Matorral xerófilo sub-montano	Lomerío	1 arroyo de temporal 3 presas 3 depositos	BS1 hw (x') (e): semiseco - semicalido, con lluvias casi todo el año

Cuadro 9.- Especies de fauna silvestre autorizadas para el aprovechamiento cinegético dentro de la UMA “El Fénix”

Nombre común	Nombre científico	UMA “El Fénix”
Codorniz Común	<i>Colinus virginianus</i>	X
Codorniz Escamosa	<i>Callipepla squamata</i>	X
Codorniz Moctezuma	<i>Cyrtonyx montezumae</i>	
Conejo	<i>Sylvilagus audubonii</i>	
Conejo Cola de Algodón (Castellano del Este)	<i>Sylvilagus floridanus</i>	
Coyote	<i>Canis latrans</i>	X
Gato Montes	<i>Lynx rufus</i>	
Guajolote (Guajolote silvestre)	<i>Meleagris gallopavo</i>	X
Jabalí Europeo (marrano alzado)	<i>Sus scrofa</i>	
Liebre (Liebre cola negra)	<i>Lepus californicus</i>	
Nilgai	<i>Boselaphus tragocamelus</i>	
Oso negro	<i>Ursus americanus eremicus</i>	
Paloma Alas Blancas	<i>Zenaida asiatica</i>	X
Paloma Huilota	<i>Zenaida macroura</i>	X
Pecarí de Collar	<i>Tayassu tajacu</i>	X
Puma	<i>Puma concolor</i>	
Venado Bura	<i>Odocoileus hemionus</i>	
Venado Cola Blanca Texano	<i>Odocoileus virginianus texanus</i>	X
Zorra gris	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	

Cuadro 10.- Calendario de eventos biológicos del venado cola blanca y actividades de manejo realizadas dentro de la UMA “El Fénix”

EVENTO	MESES											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Época de reproducción	X										X	X
Gestación	X	X	X	X	X	X	X	X				
Nacimiento						X	X	X				
Destete	X											X
Captura y reubicación	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Realización de muestreo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Cuadro 11.- Parámetros poblacionales de venados cola blanca dentro de la UMA “El Fénix”

Año	Densidad (1/100 ha.)	M:H	H:C	Machos	Hembras	Cervatos	N/I	Total	Superficie muestreo (has)	Realización muestreo	AC	VC
2000	13.93	1/2.00	1/.35	10	20	7	2	39	280		6	
2001	13.43	1/1.83	1/.45	12	22	10	3	47	350	Octubre	8	3
2002	15.93	1/1.5	1/.75	16	24	18		58	364		10	4
2003	16.14	1/1.47	1/.76	17	25	19		61	378	Noviembre	10	5
2004	17	1/1.42	1/.85	19	27	23		69	406		10	10

N/I: No identificados

AC: Cantidad autorizada para aprovechamiento cinegético

VC: Cantidad de venados cazados durante la temporada de aprovechamiento cinegético

Cuadro 12.- Características de la población de venados cola blanca en la UMA “El Fénix” para el año 2004.

Superficie (has)	3,838
Densidad (1/100 has)	17
Población estimada (3838 has)	652.46
Proporción de machos (%)	27.54
Estimación de machos (3838 has)	179.69
Cantidad autorizada de aprovechamiento	10

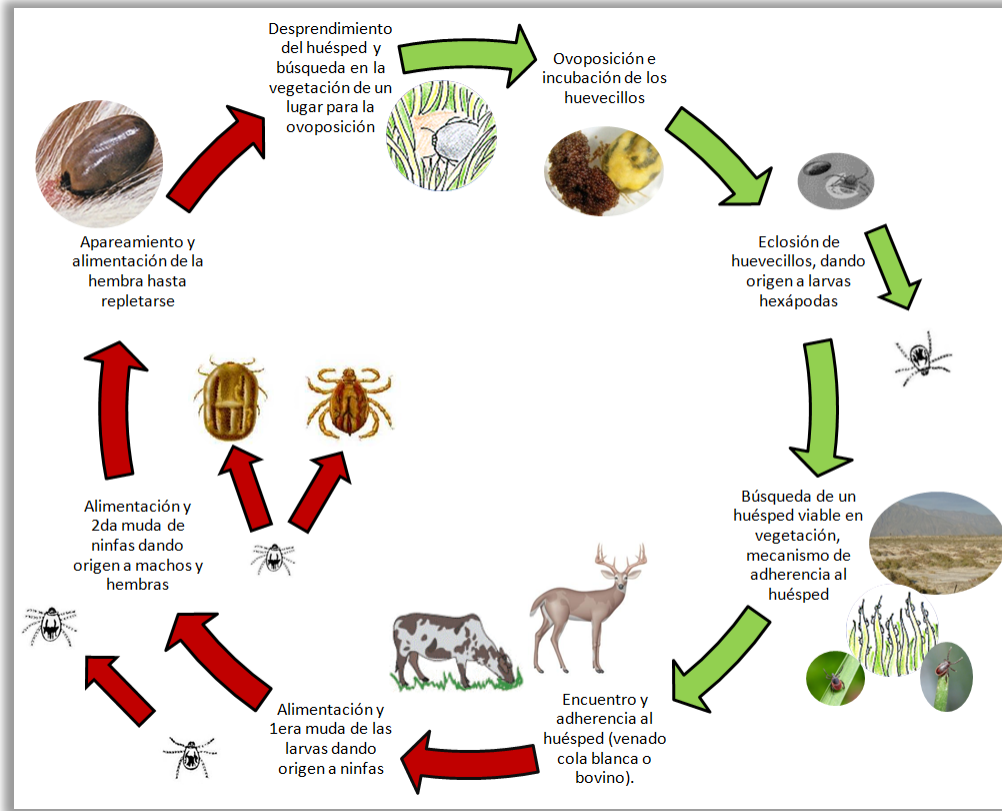


Figura 1.- Ciclo biológico de las garrapatas *R. microplus* y *R. annulatus* en el bovino y en el venado cola blanca.



Figura 2.- Distribución de *R. microplus* en México de acuerdo con los registros de presencia a nivel municipal. Fuente: Estrada-Peña *et al.* (2006).



Figura 3.- Mapa de distribución de las zonas establecidas en la Campaña Nacional contra la Garrapata *Boophilus* spp. en México. Fuente: SENASICA (2010).

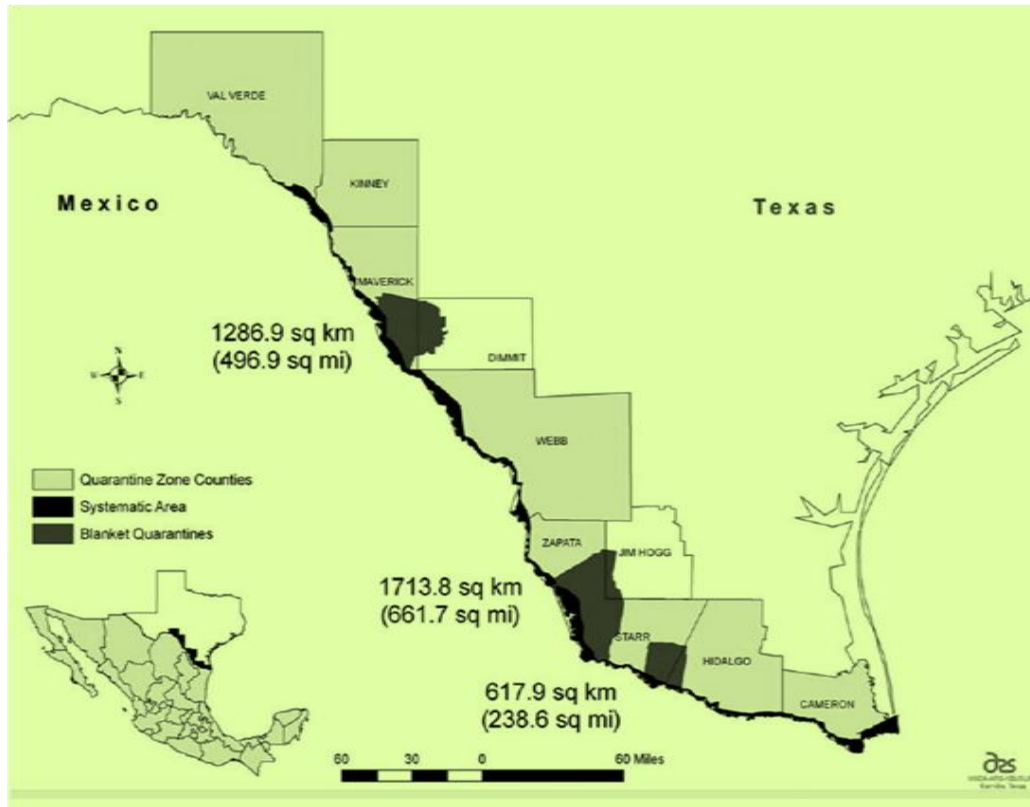




Figura 5.- Dispositivo “4 poster” utilizado para el tratamiento acaricida en venados cola blanca de EUA. Fuente: American Lyme Disease Foundation, Inc. (2006).



Figura 6.- Mapa de distribución de las subespecies de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) que habitan en México. Fuente: SEMARNAT-DGVS (2006).



Figura 7.- Venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) juvenil.
Fuente: Jonathunder (2007).



Figura 8.- Venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) macho.
Fuente: Jerry Segraves (2005).



Figura 9.- Venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) hembra.
Fuente: Liscobeck (2007).

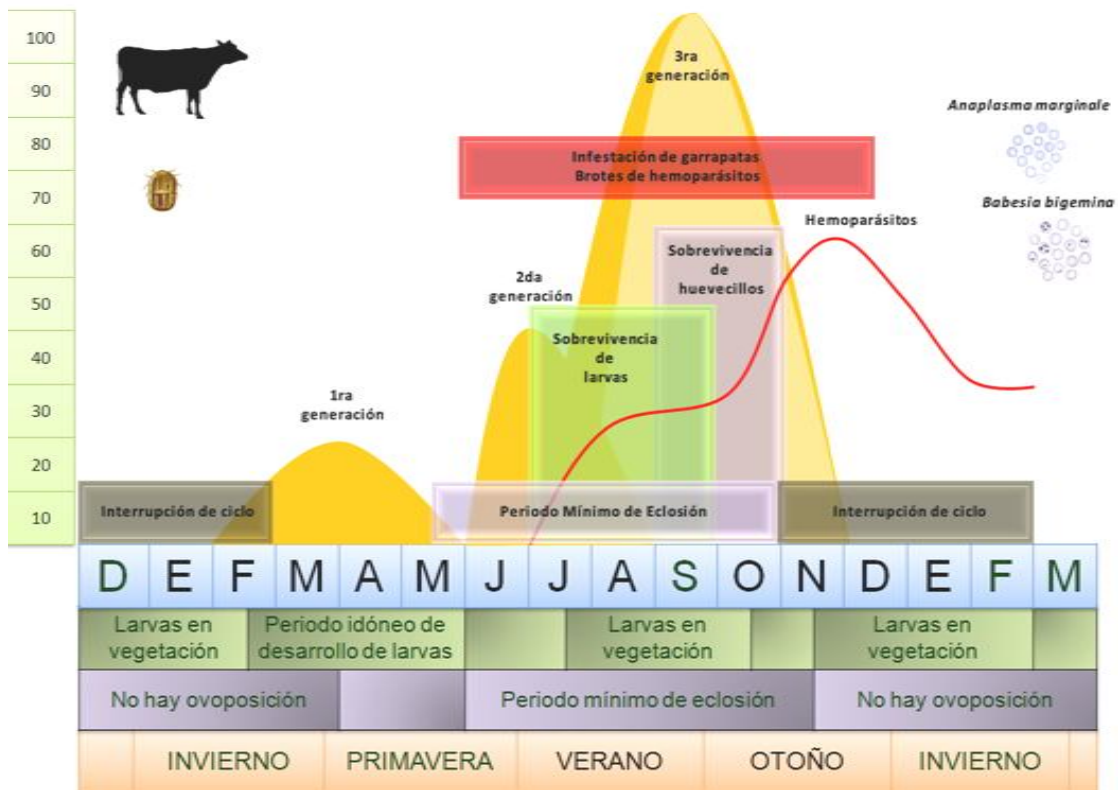


Figura 10.- Modelo epidemiológico para la garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) spp* en el ganado bovino. Los números indican el % de infestación en los animales. Las letras corresponden a los meses del año. Modificado de “Modelo Epidemiológico para la garrapata en Uruguay” Fuente: (DILAVE. 2007).

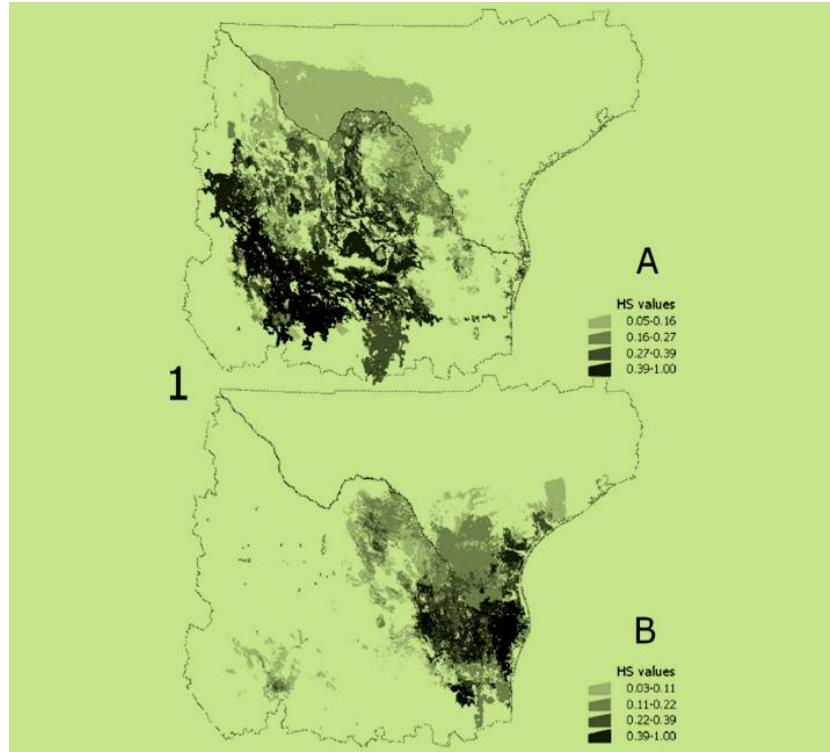


Figura 11.- Distribución espacial del modelo de Idoneidad del Hábitat (IH) para *R. annulatus* (A) y *R. microplus* (B) en la región Noreste de México y Sureste de Texas. Las zonas más oscuras indican una mayor idoneidad del hábitat. Fuente: Estrada-Peña *et al.* (2006).

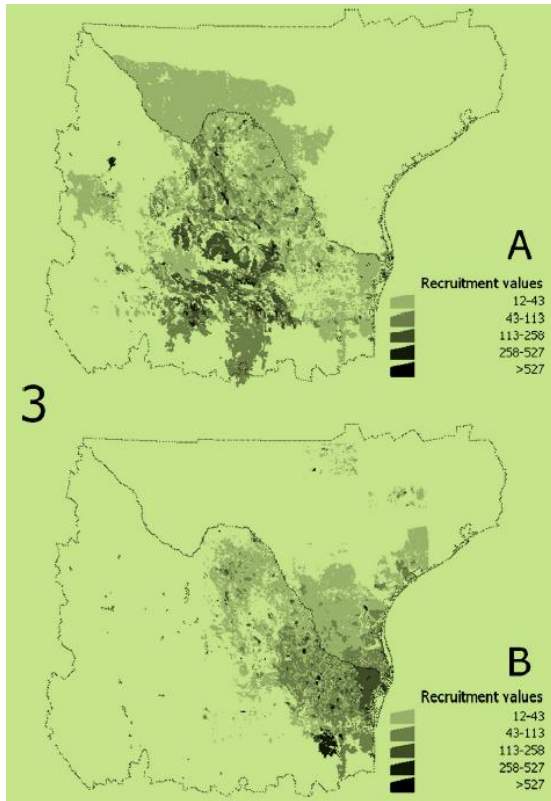


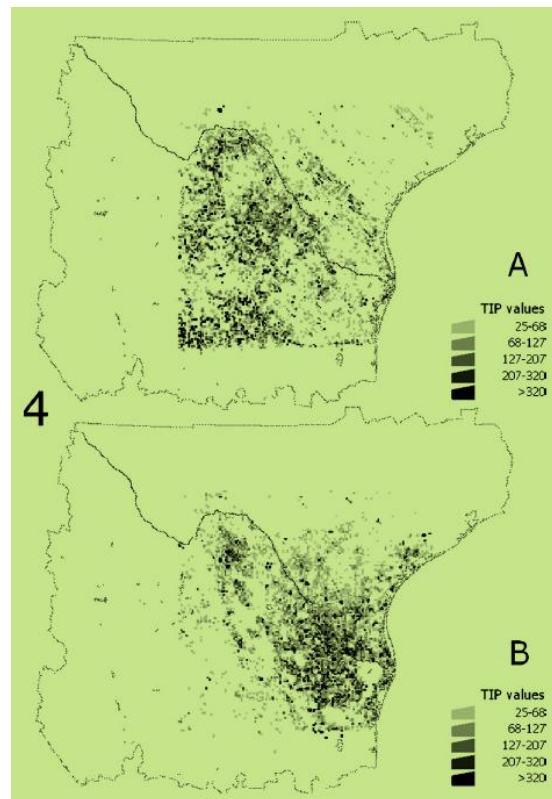
Figura 12.- Distribución espacial de los Valores de Reclutamiento (VR) para *R. annulatus* (A) y *R. microplus* (B) en la región Noreste de México y Sureste de Texas.

Las zonas más oscuras indican un mayor valor de VR. Fuente: Estrada-Peña *et al.* (2006).

Figura 13.- Distribución espacial de la Probabilidad de Incidencia de Garrapatas (PIG) para *R. annulatus* (A) y *R. microplus* (B) en la región Noreste de México y Sureste de Texas.

Las zonas más oscuras indican una mayor incidencia de PIG (medida que relaciona los valores de reclutamiento y la densidad de ganado).

Fuente: Estrada-Peña *et al.* (2006).



$$n = \left[1 - (1 - a)^{1/D} \right] \times \left[N - \frac{(D-1)}{2} \right]$$

Figura 14.- Fórmula para detectar una enfermedad en una población.

a = Nivel de Confianza,
n=Tamaño de la muestra,
D=Número de animales enfermos en la población,
N=Tamaño de la población

Máximo nº positivos			Nivel de Confianza		
Nº Enfermos	% Enfermos	Tamaño Muestra	Nº Enfermos	% Enfermos	Tamaño Muestra
1	0.15	619.40	11	1.69	154.25
2	0.31	505.82	12	1.84	142.83
3	0.46	411.17	13	1.99	132.96
4	0.61	342.90	14	2.15	124.35
5	0.77	292.97	15	2.30	116.77
6	0.92	255.28	16	2.45	110.05
7	1.07	225.96	17	2.61	104.05
8	1.23	202.56	18	2.76	98.66
9	1.38	183.47	19	2.91	93.79
10	1.53	167.62	20	3.07	89.38

Figura 15.- Cálculo de tamaño de muestra de venados a partir de la fórmula para detectar una enfermedad en una población utilizando el programa Win Episcopo 2.0.

Los valores utilizados para el cálculo corresponden: a la estimación del tamaño total de la población de venados cola blanca en la UMA "El Fénix" y a la prevalencia esperada para *R. annulatus* en el condado de Maverick (Texas).

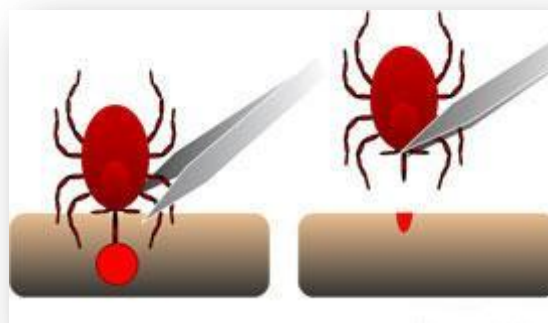


Figura 16.- Procedimiento para el desprendimiento de una garrapata.

Fuente: Heartspring.net (2008).

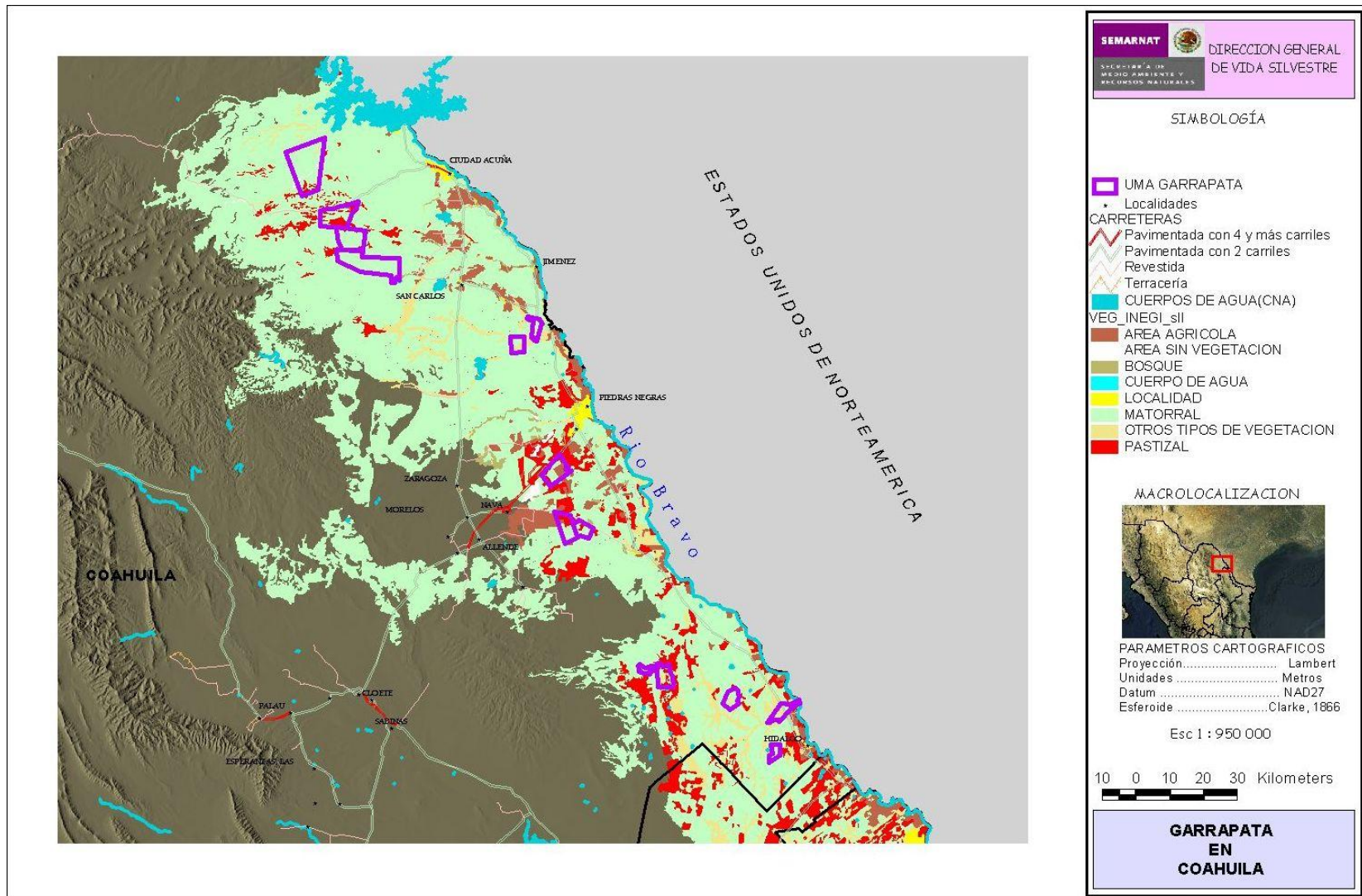


Figura 17.- Mapa de la distribución espacial de las unidades de muestreo (UMAs) y de las características del hábitat asociadas al riesgo de infestaciones por garrapatas *Rhipicephalus (Boophilus) spp* en el estado de Coahuila. Fuente: SEMARNAT-DGVS-DGSA (2010).

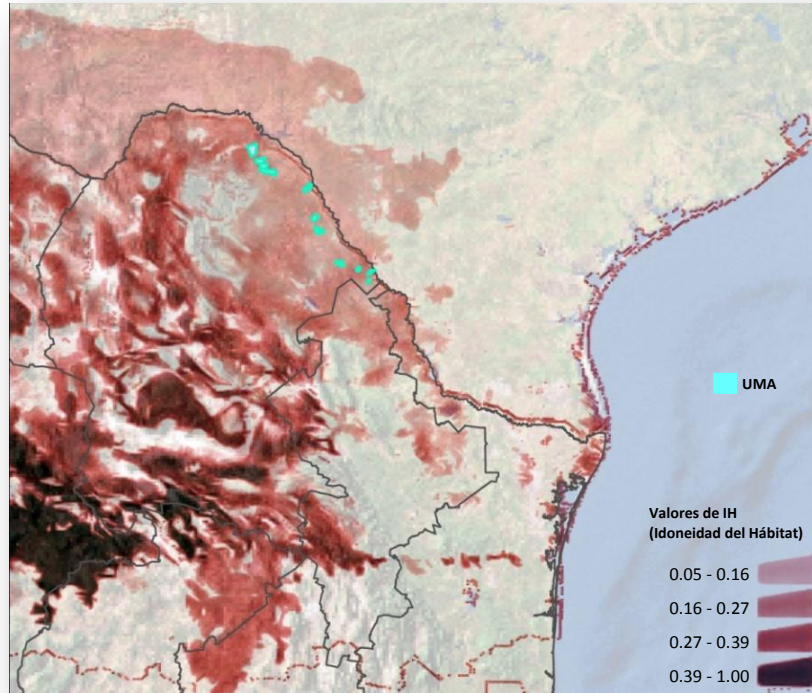


Figura 18.- Mapa de la distribución espacial de las unidades de muestreo (UMAs) junto con el modelo predictivo de Idoneidad del Hábitat (IH) para *R. annulatus*. Elaborado con ArcGis 9.0.

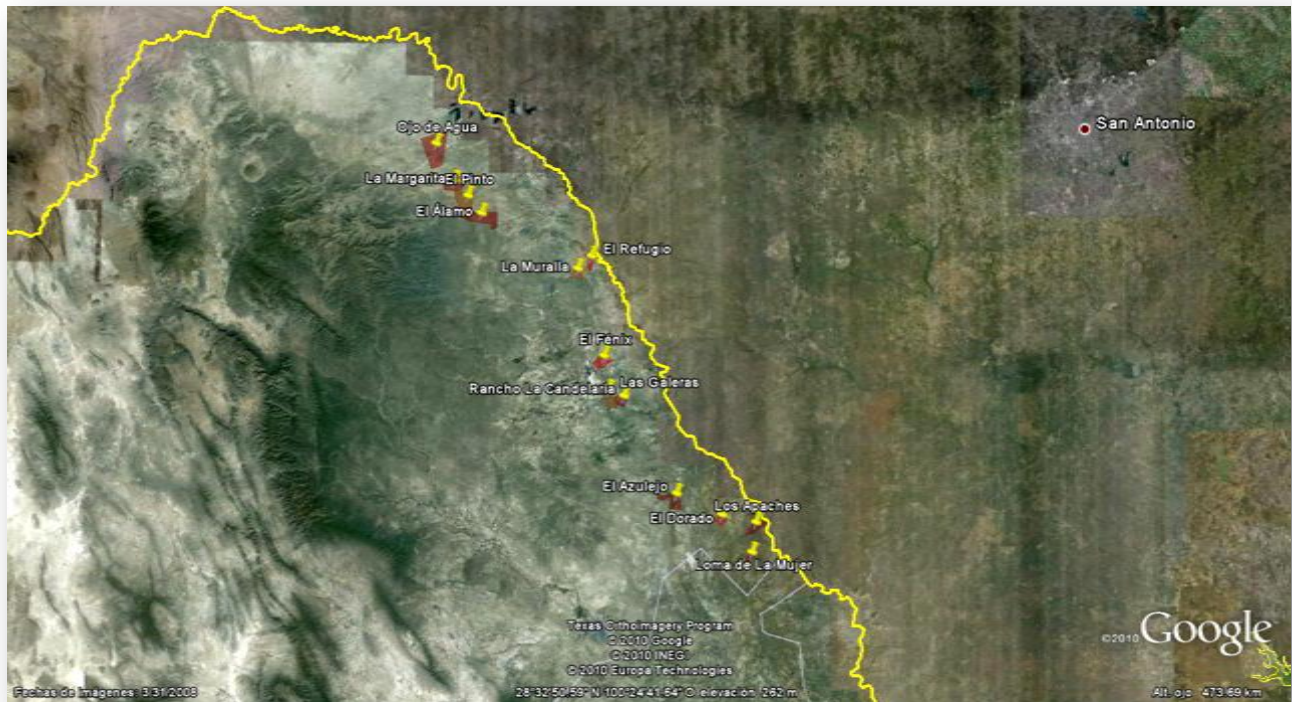


Figura 19.- Mapa de distribución espacial de las unidades de muestreo (UMAs) en el estado de Coahuila. Elaborado con Google Earth.

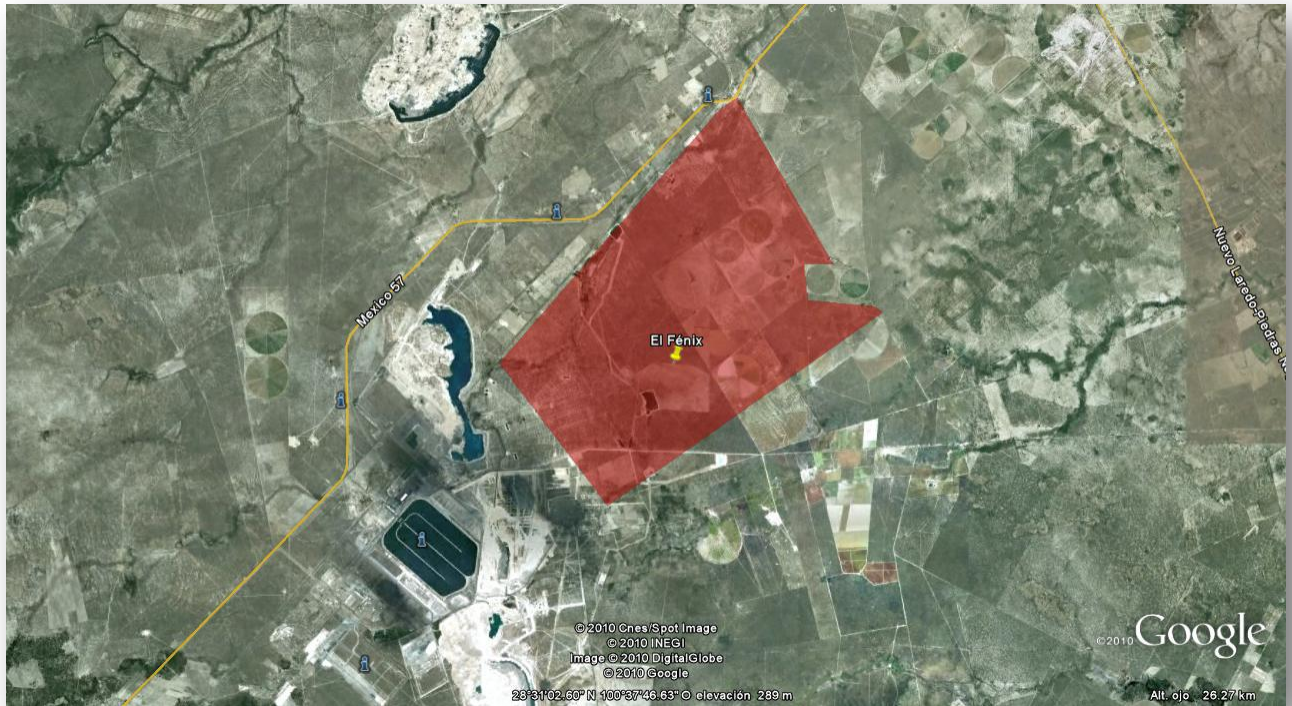


Figura 20.- Mapa de la distribución espacial de la UMA “EL Fénix”. Elaborado con Google Earth.

SEMARNAT										DIRECCIÓN GENERAL DE VIDA SILVESTRE													
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES										Programa Sanitario de Garrapata en Cérvidos del Estado de Coahuila													
Los datos personales contenidos en este formato solo serán utilizados para fines estadísticos, se considerarán como confidenciales de conformidad con la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.																							
Indicaciones para el llenado de la solicitud.															Fecha:								
Responsable Técnico (Nombre y Apellidos):																							
Teléfonos					Correo electrónico:																		
DATOS GENERALES DE LA UMA																							
Nombre de la UMA																							
Domicilio:																							
Número de Registro DGVS:					Ubicación GPS de UMA																		
Tipo de UMA		Intensivo			Extensivo			Tamaño de la UMA (has)															
Porfavor marque con una cruz en el cuadro donde considere																							
3.- ¿A que tipo de producción se dedica?																							
Producción de carne					Aprovechamiento Cinegetico					Otro: Especifique													
Producción de Pie de cría					Compra-Venta																		
5.- ¿Que tipo de ganado hay en el predio?					6.- Cantidad de animales con los que cuenta el predio					7.- ¿El predio cuenta con cérvidos?													
Bovino		Ninguno			Bovino			si		no													
Ovino		Caprino			Ovino			Especies															
8.- Tiene otro tipo de animales?					Caprino																		
Especifique:																							
9.- ¿Sus cérvidos han nacido y criado en su rancho?										Si		No		10.- ¿A que raza pertenece el ganado?									
11.- Desde el año 2007 a la fecha ¿ha comprado ganado?										Si		No		Especifique:									
11.1.- ¿Donde lo compró?					12.- Cuando compra animales ¿Que hace antes de meterlos o juntarlos con sus animales?																		
En el mismo municipio					Especifique:																		
En otro municipio del estado																							
En otro estado																							
En otro país																							

SEMARNAT										DIRECCIÓN GENERAL DE VIDA SILVESTRE													
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES										Programa Sanitario de Garrapata en Cérvidos del Estado de Coahuila													
Los datos personales contenidos en este formato solo serán utilizados para fines estadísticos, se considerarán como confidenciales de conformidad con la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.																							
13.- ¿Realiza cuarentena?		Si		A veces		En caso de no hacerlo explique el porqué																	
		No																					
14.- ¿Trata contra garrapata?		Si		A veces		En caso de no hacerlo explique el porqué																	
		No																					
14.1.- ¿Que tratamiento utiliza para garrapata?		Especifique:														14.2.- ¿Con que frecuencia trata contra garrapata?		Especifique:					
15.- ¿Trata contra moscas parásitas?		Si		A veces		En caso de no hacerlo explique el porqué																	
		No																					
16.- ¿Hace muestreos coproparasitoscópicos?		Si		En caso de no hacerlo explique el porqué																			
		No																					
17.- ¿Realiza Muestreo serológico?		Si		A veces		En caso de no hacerlo explique el porqué																	
		No																					
18.- En caso de problemas sanitarios ¿cuenta con un Medico Veterinario?										Si		No		19.- ¿Suplementa con minerales?									
														Si									
														No									
20.- ¿Qué especies de venados tiene la UMA?										20.1.- Densidad poblacional de venados por ha													
20.2.- Relación Machos:Hembras										20.3.- Relación Hembras Adultas:Cervatos													
21.- ¿Acostumbra juntar a los venados en algún corral?					Si		No		21.1.- ¿Cuántos venados acostumbra juntar en el corral o en un potrero?					21.2.- ¿Que medida tiene el corral, predio o potrero?									
22.- ¿Los venados llegan a juntarse o mezclarse con el ganado?										Si		No		23.- De 2007 a esta fecha ¿ha tenido problemas de enfermedades con sus venados?									
														Si									
														No									
23.1.- ¿Que enfermedades han tenido los venados?					Especifique:																		
23.2.- En caso de tener problemas con venados estos fueron:										24.- ¿Ha tenido problemas de enfermedades el ganado?													
										Si													
										No													
Los nacidos en el rancho										Machos		Especifique:											
Los comprados										Hembras													
Ambos										Cervatos													

Figura 21 y 22.- Formato de encuesta diseñado para ampliar la información sobre las características de los animales, hábitat y medidas de manejo implementadas en las unidades de muestreo (UMAS). Fuente: SEMARNAT-DGVS-DGSA (2010).

SEMARNAT		DIRECCIÓN GENERAL DE VIDA SILVESTRE	
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES		Programa Sanitario de Garrapata en Cérvidos del Estado de Coahuila	
Los datos personales contenidos en este formato solo serán utilizados para fines estadísticos, se considerarán como confidenciales de conformidad con la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental.			
25.- ¿Realiza acciones de mejoramiento de hábitat?	Si	26.- ¿Utiliza comederos artificiales?	Si
	No		No
27.- ¿Dispone de fuentes de agua?	Si	28.- Describa brevemente el número de fuentes de agua y características de los sitios	
	No		
29.- ¿Dispone de mecanismos de registro de sus animales?	Si		
	No		
29.1.- En caso afirmativo describalos brevemente			
		30.-¿Describa el tipo de vegetación donde mantiene a los venados? (Pastos introducidos, Matorrales)	
31.- ¿Existe ganado en pastoreo en los lugares que frecuentan sus venados?			
Si			
No			
AGRADECEMOS SU COOPERACION			

Figura 23.- Ejemplo de un formato de cuestionario diseñado para ampliar la información sobre las características de los animales, hábitat y medidas de manejo implementadas en las unidades de muestreo (UMAS). Fuente: SEMARNAT-DGVS-DGSA (2010).