

Manual técnico para el control de garrapatas en el ganado bovino



CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN DISCIPLINARIA EN PARASITOLOGÍA VETERINARIA

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Universidad Autónoma de Yucatán.

Centro Nacional de Investigación Disciplinaria - Parasitología Veterinaria.

CENID-PAVET

Centro Nacional de Servicios de Constatación en Salud Animal. SAGARPA.

Industria Farmacéutica Veterinaria - Comisión de Parasiticidas

MANUAL TÉCNICO PARA EL CONTROL DE GARRAPATAS EN EL GANADO BOVINO

AUTORES

M. en C. Roger Iván Rodríguez-Vivas
Investigador de la UADY

M. en C. Alberto Rosado Aguilar
Investigador de la UADY

M. en C. Gertrudis Basto Estrella
Investigadora de la UADY

Dr. Zeferino Sotero García Vázquez
Director CENID-PAVET

Dr. Rodrigo Rosario Cruz
Investigador CENID-PAVET

M. en C. Hugo Fragoso Sánchez
Director
Centro Nacional de Servicios de Constatación en Salud Animal

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES AGRICOLAS Y PECUARIAS

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES EN PARASITOLOGÍA VETERINARIA.

Jiutepec., Morelos, México. Octubre 2006.

Publicación Técnica Numero 4, 2006
Editado por INIFAP
Serapio Rendón #83, col. San Rafael,
Delegación Cuahutemoc, C.P. 06470
México, D.F., México

ISBN 970-43-0073-5

Carr. Cuernavaca – Cautla
#8534, Col. Progreso, Jiutepec, Morelos
Tel. (01-777) 319-28-48
CENID PAVET

1ª. Edición en español. Octubre 2006

Se permite la reproducción parcial o total del contenido, siempre y cuando sea citada la fuente.



Integrantes de la Comisión de Parasiticidas

Bayer de México, S.A. de C.V.

Elanco Animal Health, División de Eli Lilly y Compañía de México, S.A. de C.V.

Fort Dodge Animal Health, S. de R.L. de C.V.

Intervet México, S.A. de C.V.

Laboratorios Virbac México, S.A. de C.V.

Lapisa, S.A. de C.V.

Merial México, S.A. de C.V.

Novartis Salud Animal, S.A. de C.V.

Ourofino Sanidad Animal.

Pfizer, S.A. de C.V.

Revetmex, S.A. de C.V.

Schering-Plough S.A. de C.V.

Presentación

Las garrapatas y enfermedades que transmiten son una de las principales limitantes de la explotación de bovinos en el mundo. El problema depende de la región, especies de garrapata presentes, agente transmisor, así como de la situación socioeconómica y el avance tecnológico en la aplicación de las medidas de control. Dentro de las garrapatas más problemáticas encontramos los géneros *Boophilus* y *Amblyomma*. El impacto económico negativo de las garrapatas a la ganadería se debe a efectos directos e indirectos. Su efecto directo sobre la producción, es resultado del daño a las pieles por acción de las picaduras, pérdida de sangre y efectos tóxicos. Además existe un efecto directo sobre la ganancia de peso de los animales y en la producción de leche. Las garrapatas también producen bajas en la fertilidad del ganado, mayor tiempo de la engorda y dificultad en la importación de razas mejoradas para incrementar la calidad genética en áreas infestadas por garrapatas. El efecto indirecto está dado por los agentes que transmiten principalmente la garrapata del género *Boophilus* tales como *Babesia bovis*, *Babesia bigemina* y *Anaplasma marginale*.

La estrategia más utilizada para el control de garrapatas consiste en la aplicación de ixodicidas, sobre el cuerpo de los animales infestados a intervalos específicos determinados por la región ecológica, especies a las que va a combatir y eficacia residual del garrapaticida. Los garrapaticidas han sido utilizados con éxito en el control de las garrapatas; sin embargo, su uso irracional ha ocasionado la generación de cepas de garrapatas resistentes a la acción de estos productos químicos.

El presente manual fue elaborado por un grupo multidisciplinario con la participación de académicos y/o investigadores de la Universidad Autónoma de Yucatán (FMVZ-UADY), CENID-PAVET-INIFAP y del Centro Nacional de Servicios de Constatación en salud Animal (CENAPA-SAGARPA). El objetivo del presente manual es presentar a los productores la importancia de las garrapatas en la ganadería bovina, los métodos de control, el problema de resistencia de las garrapatas a los garrapaticidas en México y proponer sugerencias para el uso adecuado de los garrapaticidas que permitan prolongar la vida útil de estos productos químicos en beneficio de la ganadería mexicana.

Roger I. Rodríguez Vivas
Mérida, Yucatán, México
Octubre de 2006

Contenido

I. INTRODUCCIÓN.....	Pág	3.2.2. Productos autorizados para el control de garrapatas en México....	9
	1		
II. EPIDEMIOLOGÍA DE LAS GARRAPATAS QUE AFECTAN AL GANADO BOVINO.....	1	3.2.3. Propiedades deseadas de los garrapaticidas.....	13
2.1. Garrapatas que afectan al ganado bovino.....	1	3.2.4. Métodos de aplicación de garrapaticidas.....	13
2.2. Distribución en México de la garrapata de los géneros <i>Boophilus</i> y <i>Amblyomma</i>	1	3.2.5. Recomendaciones para el uso de baños de inmersión.....	15
2.3. Importancia económica de las garrapatas en el ganado bovino.....	2	3.2.6. Mantenimiento del baño de inmersión.....	15
2.4. Enfermedades transmitidas por las garrapatas del género <i>Boophilus</i> al ganado bovino.....	3	3.2.7. Recomendaciones para el uso de baños de aspersión.....	16
2.5. Ciclo biológico de las garrapatas.	4	3.3. Control no químico.....	16
2.5.1. Generalidades.....	4	3.3.1. Resistencia del hospedero.....	16
2.5.2. Ciclo biológico de la garrapata del género <i>Boophilus</i>	6	3.3.2. Control biológico.....	16
2.5.3. Ciclo biológico de la garrapata del género <i>Amblyomma</i>	7	3.3.3. Manejo.....	17
2.6. Estacionalidad de las garrapatas de los géneros <i>Boophilus</i> y <i>Amblyomma</i>	8	3.3.4. Vacunas.....	18
III. MÉTODOS DE CONTROL.....	9	3.4. Criterios para el uso de garrapaticidas.....	18
3.1. Generalidades.....	9	3.4.1. Frecuencia de aplicación.....	18
	Pág	3.4.2. Rotación de garrapaticidas.....	20
3.2. Control químico.....	9	3.4.3. Combinación de garrapaticidas.....	20
3.2.1. Generalidades.....	9	3.4.4. Control de calidad de los garrapaticidas.....	20
	Pág	3.4.5. Manejo integral de plagas.....	21
	9	IV. RESISTENCIA DE LAS GARRAPATAS A LOS	

GARRAPATICIDAS.....	21		
4.1. Definición.....	21	V. INVESTIGACIONES SOBRE GARRAPATAS RESISTENTES EN EL SURESTE DE MÉXICO.....	24
4.2. Factores causales de la resistencia.....	21		
4.3 Mecanismos de defensa de las garrapatas hacia los garrapaticidas...	21	VI. SUGERENCIAS AL PRODUCTOR PARA CONTROLAR LA RESISTENCIA DE LAS GARRAPATAS A LOS GARRAPATICIDAS.....	29
4.4. Manejo de la resistencia.....	22	BIBLIOGRAFÍA.....	30
4.5. Principales fallas en el tratamien- to con garrapaticidas.....	22		
4.6. Diagnóstico de la resistencia.....	22		
4.6.1. Diagnóstico a nivel de campo...	22		
4.6.2. Diagnóstico en el laboratorio...	23		

I. INTRODUCCIÓN.

En los países tropicales y subtropicales, uno de los principales problemas económicos en la ganadería bovina son las garrapatas y las enfermedades que éstas transmiten. Por su importancia económica y sanitaria la garrapata *Boophilus* es el género principal bajo control y erradicación en la campaña realizada en México. Asimismo, el género *Amblyomma* tiene relevancia por los daños directos que ocasionan a los bovinos. La estrategia más utilizada para controlar las garrapatas consiste en romper el ciclo de esta a través de la aplicación de tratamientos con garrapaticidas, sobre el cuerpo de los animales infestados a intervalos específicos determinados por la región ecológica, especies a las que se van a combatir y eficacia residual del garrapaticida (en este manual se el término garrapaticidas que es sinónimo de ixodicida, acaricida o pesticida).

Las familias de productos químicos que se utilizan para el control de las garrapatas son: Organofosforados, Piretroides, Amidinas y Lactonas Macroclínicas. Estos productos han sido utilizados con éxito en el control de las garrapatas; sin embargo, su uso irracional ha ocasionado la generación de cepas de garrapatas *B. microplus* resistentes a la acción de la mayoría de estos productos químicos.

En México, la resistencia a garrapaticidas se ha venido monitoreado desde la década de los 80's cuando se detectaron los primeros casos de resistencia a Organofosforados, debido a esto se autorizó en el país la comercialización de las Amidinas. Posteriormente, en el año 2001 se detectaron en México

los primeros casos de resistencia a las Amidinas, como resultado de la permanente vigilancia de este problema que tanto afecta al control eficaz de las garrapatas. Debido al daño que producen y al problema de resistencia a los garrapaticidas, es necesario establecer programas de control integral para el combate de esta plaga. El objetivo del presente manual técnico es presentar la importancia de las garrapatas que afectan al ganado bovino y plantear estrategias eficientes para su control.

II. EPIDEMIOLOGÍA DE LAS GARRAPATAS QUE AFECTAN AL GANADO BOVINO.

2.1. Garrapatas que afectan al ganado bovino.


En México se han identificado 77 especies de garrapatas que afectan al ganado bovino y al hombre. En la ganadería bovina nacional las garrapatas de importancia son las siguientes especies: *Boophilus microplus*, *B. anulatus*, *Amblyomma cajennense*, *A. imitator*, *A. maculatum*, *A. triste*, *A. americanum* y *Anocentor nitens*. Sin embargo, las especies de mayor importancia para el ganado bovino en México son *B. microplus* y *A. cajennense*.

2.2. Distribución en México de la garrapata de los géneros *Boophilus* y *Amblyomma*.

El microclima influye directamente en la reproducción y supervivencia de las garrapatas, y de este depende directamente el género de garrapata presente en una región.

La distribución geográfica de las garrapatas en México (Figura 1), obedece a factores ambientales, entre los que destacan la humedad relativa, la temperatura, y la vegetación, que son determinantes en la distribución de las especies. Otros factores que intervienen en la distribución son la altitud, presencia y abundancia de hospederos y las prácticas de control o erradicación que el hombre ejerce sobre las poblaciones de garrapatas.



Figura 1. Distribución geográfica de *B. microplus* y *A. cajennense* en México. 

B. microplus presenta en el país un área de distribución, que abarca zonas tropicales, templadas y áridas; en conjunto se considera que cubre 1,043,772 Km², lo que representa el 53.0% del territorio nacional.

El esquema de distribución de *B. annulatus* es muy diferente, presentándose una mayor afinidad por zonas áridas y templadas, abarcando una superficie aproximada de 539,087 Km² (27.0% del territorio nacional). En estos casos se consideró la situación que se presentó en 1983, fecha en la que se había logrado avanzar mediante la erradicación de *Boophilus*

sp en un número significativo de municipios, principalmente en el norte de México. En la actualidad muchos municipios de México que estaban erradicados de garrapatas *Boophilus*, están siendo reinfestados.

A. cajennense es la especie del género con mayor área de distribución en México, la cual cubre una superficie aproximada de 609, 857 Km², lo que representa el 31% del territorio nacional. Su presencia es debida a las zonas ecológicas y a la extensión e intensidad de los tratamientos con garrapaticidas en contra de *B. microplus* por la ocupación de su hábitat.

2.3. Importancia económica de las garrapatas en el ganado bovino.

La garrapata *B. microplus* ha sido la especie principal bajo control en las campañas realizadas en México, debido a su importancia económica y sanitaria.

A través de su acción directa o del efecto indirecto sobre la producción animal, las garrapatas causan las mayores pérdidas a la ganadería bovina. El daño de la piel que es causado por el piquete y los abscesos que se desarrollan producen apreciables pérdidas en el valor de las pieles. Además de la pérdida de sangre y un efecto por toxinas. En el caso de las vacas lecheras, estos abscesos frecuentemente están involucrados en el daño y la pérdida de uno o más cuartos de la glándula mamaria con la consecuente disminución de la producción láctea.

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 atribuidas a *B. 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.

El efecto indirecto está dado por las enfermedades que transmiten y por problemas en la comercialización de animales infestados.

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

2.4. Enfermedades transmitidas por las garrapatas del género *Boophilus* al ganado bovino.

En México, la garrapata del género *Boophilus* transmite al ganado bovino tres agentes importantes: *Babesia bigemina* (Figura 2), *Babesia bovis* (Figura 3) y *Anaplasma marginale*, que son los causales de enfermedades como Piroplasmosis y Anaplasmosis .

En el sureste mexicano, se encontró que *B. microplus* recolectadas de bovinos, presentan una tasa de infección con *Babesia* sp del 20%. Al mismo tiempo, se encontró que la presencia de *Babesia* sp en *B. microplus* de bovinos no tiene un efecto detrimental sobre la postura de

huevos, período de preoviposición y período de oviposición de las garrapatas hembras. Esto sugiere que existe un proceso de adaptación entre *B. microplus* y *Babesia* sp.

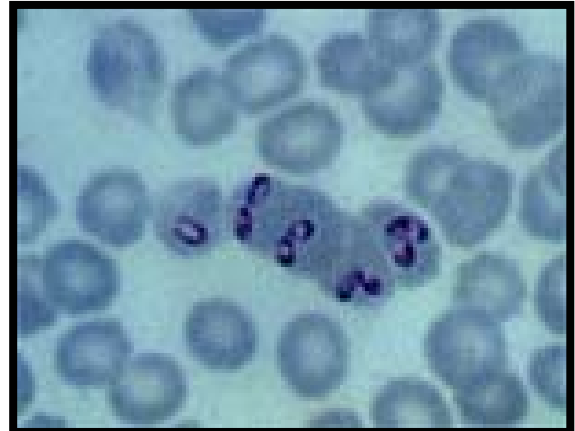


Figura 2. *Babesia bigemina* parasitando glóbulos rojos de un bovino.

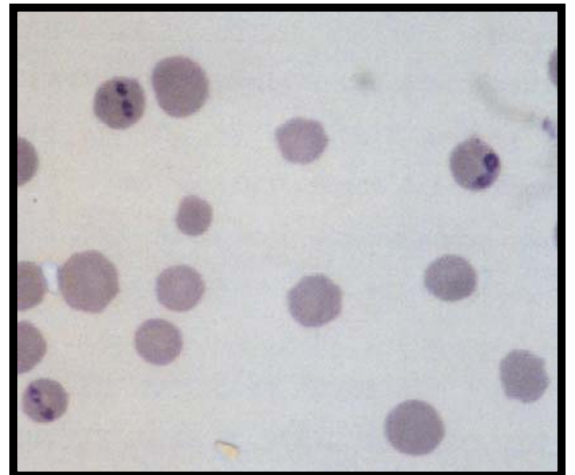


Figura 3. *Babesia bovis* parasitando glóbulos rojos de un bovino.

A. marginale (Figura 4) es transmitida principalmente por moscas hematófagas e instrumentos contaminados; sin embargo, las garrapatas del género *Boophilus*

contribuyen con la transmisión del agente. En México, no se ha reportado que las garrapatas del género *Amblyomma* transmitan alguna enfermedad al ganado bovino.

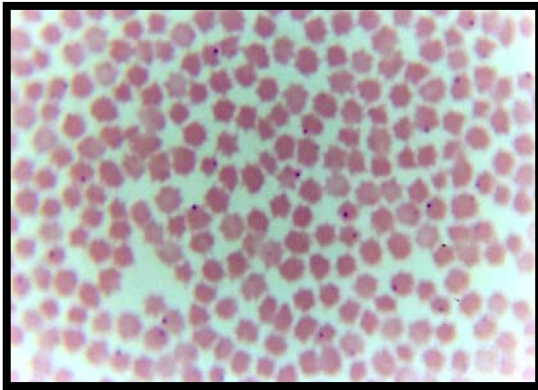


Figura 4. *Anaplasma marginale* parasitando glóbulos rojos de un bovino.

2.5. Ciclo biológico de las garrapatas.

2.5.1. Generalidades.

Las garrapatas tienen cuatro estados evolutivos en su ciclo vital, que son: el huevo, la larva o pinolillo, la ninfa y el adulto. El desarrollo de las garrapatas ocurre en 1, 2 ó 3 hospederos por lo que se denominan garrapatas de 1, 2 ó 3 hospederos. Las garrapatas del género *Boophilus* son de un solo hospedero (Figura 5), mientras que la garrapata del género *Amblyomma* son de tres hospederos.

Para que las garrapatas logren su desarrollo, es necesario que cursen por tres fases: No parasítica, de encuentro y parasítica.

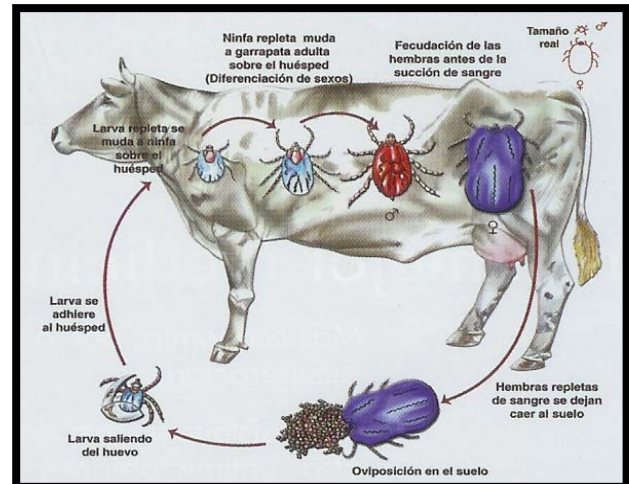


Figura 5. Ciclo biológico de la garrapata *Boophilus microplus* (garrapata de 1 hospedero).

Fase no parasítica.

Es llamada de vida libre y comprende desde que la garrapata hembra repleta se desprende de su hospedero, hasta la aparición de las larvas en la vegetación. Esta fase se divide en cinco períodos: a) preoviposición, b) oviposición, c) postoviposición, d) incubación y e) eclosión.

a). Preoviposición. Comprende desde el desprendimiento de la garrapata repleta del hospedero hasta la postura del primer huevo. La garrapata *B. microplus* experimenta repleción final (un llenado de sangre), lo cual principalmente sucede durante la noche y se desprende al comienzo de la mañana. Al caer la garrapata al suelo busca lugares sombreados y protegido, para poder iniciar el proceso de oviposición.

b). Oviposición. Es el tiempo considerado desde que se inicia la puesta de los primeros huevos hasta los últimos. Este período puede ser seriamente alterado por factores ambientales, como son la radiación solar directa, la que puede destruir a los huevos (Figura 6).



Figura 6. Oviposición de garrapatas *Boophilus microplus*.

c). Postoviposición. Es el período desde que la garrapata repleta pone el último huevo hasta su muerte.

d). Incubación. Este período comprende desde que se inicia la oviposición hasta la emergencia de las larvas, pudiéndose ver afectado por factores ambientales como son la humedad y temperatura, influyendo decisivamente en la evolución del embrión.

e). Eclosión. Durante esta período la larva emerge del huevo, los mejores porcentajes de eclosión se obtienen en temporadas que tienen una temperatura óptima de 25-35°C y una humedad relativa del 95%. Bajo condiciones controladas en el

laboratorio, el porcentaje de eclosión de *B. microplus* es superior al 80%.

Fase de encuentro.

La fase de encuentro se define como el proceso de transferencia de las larvas desde la vegetación al hospedero y está influenciada por variables básicas como la distribución, longevidad, ritmos de actividad de las larvas, la estructura y tipo de vegetación, así como la densidad de bovinos y aspectos relacionados con su comportamiento en el pastizal. El encuentro de hospedero comprende dos períodos: pasivo y búsqueda.

a). Período pasivo. Este período corresponde al primer estímulo posterior a la eclosión de las larvas, requiriéndose de un período para que dichas larvas adquieran viabilidad necesaria para resistir los efectos del ambiente.

b). Período de búsqueda. Es el tiempo que transcurre durante el período pasivo y el encuentro del hospedero, en este período las larvas utilizan su capacidad de sobrevivencia para resistir los efectos del medio ambiente, este evento está influenciado por diversos factores, considerándose de mayor importancia las condiciones ambientales, y sus reservas nutritivas las cuales afectan directamente a la longevidad, densidad y actividad de las larvas en los pastos y que al mismo tiempo influyen en forma directa en la cantidad y calidad de los mismos.

Este periodo es uno de los más críticos en la vida de las garrapatas ya que necesitan

encontrar un hospedero adecuado, nutrirse y completar su ciclo; además cuentan únicamente con sus reservas para resistir períodos prolongados de inanición. Otro aspecto que influye es la densidad de hospederos, ya que es lógico que cuanto mayor sea el número de animales por unidad de superficie, más fácil resulta que la larva encuentre alguno.

Por otra parte es importante mencionar aspectos de comportamiento y fisiológicos de las larvas que les permite detectar movimientos de cuerpos en la cercanía cuando se encuentran en las partes superiores de los pastos agrupadas en grandes cantidades, los cuales hacen que estas incrementen su actividad cuando son estimulados por el desprendimiento de bioxido de carbono (CO_2) de la piel de los animales adoptando una posición particular al sostenerse en sus dos patas posteriores, extendiendo el par anterior, para tratar de adherirse al posible hospedero. La duración de la fase de encuentro varía de acuerdo a las condiciones climáticas, influyendo principalmente la temperatura y la humedad ambiental. La temperatura tiene una relación inversa con la duración de la sobrevivencia larval, es decir a medida que la temperatura aumenta, la duración de dicha fase disminuye. En cuanto a la humedad se refiere, en estudios realizados sobre el tema se ha observado que en los meses húmedos se presenta una mayor longevidad que en los meses secos.

Fase parasítica.

Es el período que completa el ciclo biológico de la garrapata desarrollándose una serie de eventos

patológicos sobre el hospedero que conllevan a las pérdidas directas e indirectas ocasionadas por la presencia de estados de ninfas y adultos.

Para poder implantarse requiere superar algunas barreras del hospedero como el tipo de pelo, ya que la espesura, la capilarización, densidad de glándulas sudoríparas y sebáceas, le ofrecen resistencia; asimismo, la posibilidad de ser alcanzadas durante el proceso de acicalamiento. Además, el aspecto competitivo con otras especies de garrapatas, restringen la incorporación de nuevos individuos.

Los aspectos climáticos afectan poco el desenvolvimiento de la garrapata adulta, ya que el microclima donde se desarrolla está íntimamente relacionado a la fisiología del hospedero, factores como el calor irradiado del pelo, humedad y cobertura ofrecida por éste, lo protegen de las condiciones medioambientales. Por ello, el índice de mortalidad de las garrapatas durante esta fase está determinado por la resistencia del hospedero.

2.5.2. Ciclo biológico de la garrapata del género *Boophilus*.

La garrapata del género *Boophilus* (Figura 7) presenta un ciclo de vida que se caracteriza por la utilización de un solo hospedero (Figura 5). La fase parasítica (larva, ninfa y adulta) ocurre sobre el mismo hospedero. La larva que se alimenta muda a ninfa y posteriormente a adulta. Los machos y las hembras copulan, y la hembra queda grávida para desprenderse y caer al suelo e iniciar la fase no parasítica y de

encuentro. En general, esta etapa del ciclo biológico de *B. microplus* dura aproximadamente de 19 a 21 días en condiciones óptimas. Una hembra repleta de *B. microplus* pone de 2,500-3,500 huevos.



Figura 7. Hembra de *Boophilus microplus* repleta, que parasita al ganado bovino del trópico Mexicano.

La cronología del ciclo biológico de la garrapata *B. microplus* se presenta en el cuadro 1.

Cuadro 1. Cronología del ciclo evolutivo de la garrapata *B. microplus*.

Cronología evolutiva	Días
Período de preoviposición	2-39
Período de oviposición	4-44
Incubación de huevos	14-146
Alimentación de la larva y muda (metamorfosis)	7-10
Alimentación de la ninfa y muda	5-12
Alimentación de la hembra adulta	5-12
Supervivencia de la larva en ayuno	240 ó más

2.5.3. Ciclo biológico de la garrapata del género *Amblyomma*.

Al igual que el género *Boophilus*, la garrapata del género *Amblyomma* (Figura 8) presenta tres fases: la fase no parasítica, la fase de encuentro y la fase parasítica. La garrapata del género *Amblyomma* presenta un ciclo de vida que se caracteriza por la utilización de tres hospederos (Figura 9). La larva se alimenta en un primer hospedero, cae al suelo y muda al estado de ninfa, ataca a un segundo hospedero, se alimenta hasta estar repleta, se cae al suelo y muda; finalmente el adulto se sube a un tercer hospedero en donde se alimenta nuevamente. Una hembra repleta de *A. cajennense* pone de 5,000-6,500 huevos.



Figura 8. Hembra de *Amblyomma cajennense* repleta, que parasita al ganado bovino del trópico Mexicano.

La cronología del ciclo biológico de la garrapata *A. cajennense* se presenta en el cuadro 2.

Cuadro 2. Cronología del ciclo biológico de la garrapata *Amblyomma cajennense*.

Cronología evolutiva	Días
Período de preovisposición	9-20
Período de incubación de huevos	37-154
Alimentación de la larva	3-7
Muda de larva	10
Alimentación de la ninfa	3-13
Muda de la ninfa	12-105
Alimentación de la hembra	7-12
Supervivencia de la larva en ayuno	55 a 386
Supervivencia de la ninfa en ayuno	Más de 405
Supervivencia del adulto en ayuno	466

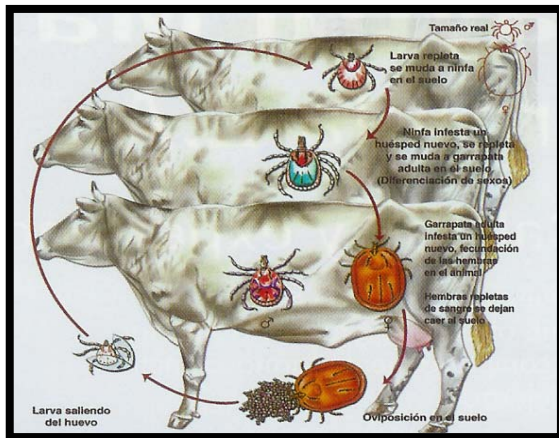


Figura 9. Ciclo biológico de la garrapata *Amblyomma cajennense* (garrapata de 3 hospederos).

2.6. Estacionalidad de las garrapatas de los géneros *Boophilus* y *Amblyomma*.

El microclima influye directamente en la reproducción y

supervivencia de las garrapatas, siendo la temperatura comprendida entre 27-39°C y humedad relativa de 60-80% las más propicias para su desarrollo.

La estacionalidad, se define como la fluctuación numérica de las garrapatas a través del tiempo (estaciones del año) e implica como regla general, la presentación de temporadas de altas infestaciones (pico) y otras de bajas o nulas infestaciones. Esta fluctuación, al cuantificarse da lugar a una curva poblacional que se debe a la respuesta de una población de garrapatas a los cambios ambientales que se generan a través de los meses del año, principalmente relacionados con las temporadas de lluvia y sequía.

La presentación de cada temporada de la garrapata *Boophilus* varía notablemente de zona a zona; sin embargo, es factible agruparlas en cuatro categorías: las tres principales corresponden a las fechas de presentación de los dos primeros picos poblacionales en abril y junio, manifestando diferencias en relación con el tercero que ocurre en los meses de octubre, noviembre y diciembre. Para la cuarta categoría, existen periodos: el primero, entre los meses de febrero y marzo, el segundo entre junio y julio y el tercero en octubre.

En México, la garrapata del género *Boophilus* presenta tres temporadas principales de alta infestación (Figura 10), aunque en algunas zonas del trópico húmedo se pueden presentar hasta cuatro, observándose que la última temporada el incremento poblacional es mayor, debido al estímulo de la época de lluvias. Las

garrapatas del género *Amblyomma* presentan mayor estacionalidad, presentándose en el sureste de México principalmente entre enero y junio.



Figura 10. Bovino infestado con garrapatas de los géneros *Boophilus* y *Amblyomma* en temporada de alta infestación en el trópico mexicano.

III. MÉTODOS DE CONTROL.

3.1. Generalidades.

Antes de iniciar un programa de control de la garrapata *B. microplus* en una región, es necesario tener conocimiento de los aspectos ecológicos, tecnología disponible y factores sociales y económicos.

Existe una gran diversidad de condiciones geográficas, climáticas, de infraestructura, así como del desarrollo tecnológico, que hace que una tecnología aplicable para un lugar sea difícil de adoptar en otro. Existen dos formas de combatir al parásito, uno en el campo (fase libre) y otro sobre el ganado bovino (fase parásita); sin embargo, el combate de *B. microplus* se ha orientado generalmente hacia el combate de las formas parásitas.

3.2. Control químico.

3.2.1. Generalidades.

El método más eficiente para el control de garrapatas es la utilización de productos químicos a una frecuencia de tratamientos variables dependiendo del nivel de infestación de los animales.

Los productos químicos se agrupan en familias que presentan similitud en su estructura química y sitio de acción; sin embargo, se presentan diferencias en cuanto al sitio blanco entre parásitos de diferentes géneros, siendo muy pocos los que tienen acción cruzada.

El método químico utilizado como herramienta de control, se puede aplicar considerando varias estrategias de aplicación y formulación del producto, la selección depende de la idiosincrasia de los productores, recursos disponibles y el impacto económico al sistema productivo.

3.2.2. Productos autorizados para el control de garrapatas en México.

Actualmente existen 6 grupos de productos químicos que se utilizan para el control de garrapatas en México. Estos se dividen en: Organofosforados (Cuadro 3), Piretroides (Cuadro 4), Amidinas (Cuadro 5), Endectocidas (Cuadro 6), Fenilpirazolonas (Cuadro 7) e Inhibidores del desarrollo (Cuadro 8). Además se encuentran disponibles en el mercado mezclas de dos productos químicos (Cuadro 9), los cuales se recomiendan un uso cuidadoso por el riesgo de generar de

manera más rápida el proceso de resistencia.

Organofosforados: se caracterizan por inhibir la actividad de la enzima acetilcolinesterasa (neurotransmisor), produciendo un aumento de estímulos nerviosos de los insectos. Son lipofílicos y se absorben a través de la piel y se acumulan en tejido adiposo donde son liberados lentamente a la sangre y otros líquidos fisiológicos. Tienen una permanencia de 4 a 8 días. Los medicamentos de mayor uso en este grupo son: Clorfenvinfos, Clorpirifos, Coumafos y Diazinón.

Piretroides: provocan un bloqueo de la actividad motriz o bien por la producción de excitabilidad, incoordinación de movimientos, irritabilidad, parálisis, letargo y muerte del insecto. Los Piretroides tienen un efecto residual de aproximadamente 15 días. Entre los fármacos más frecuentes en este grupo se encuentran: cipermetrina, deltametrina y flumetrina.

Amidinas: Se cree que ocasionan la muerte del insecto por inhibición de las monoaminooxidasas, aunque, no se ha dilucidado la posible participación de los receptores de la octopamina. El producto de mayor uso es el amitraz.

Endectocidas: Son las llamadas lactonas macrocíclicas que incrementan la liberación del ácido gammaaminobutírico (GABA) del sistema nervioso de los insectos. Además se ha demostrado que el mecanismo de acción de la

moxidectina está relacionado con la apertura de los canales de cloruro en la conexión postsináptica y, permite el flujo de iones, produciendo un estado irreversible de descanso, parálisis y muerte del parásito. Son usados para el control de endo y ectoparásitos incluyendo a las garrapatas. Se presentan dos grupos importantes: a) Avermectinas que incluyen avermectina, ivermectina, doramectina y eprinomectina, y 2) Milbemicinas que incluye a la moxidectina.

Fenilpirazolonas: Están relacionadas con las avermectinas por el modo de acción, ya que bloquea el paso de iones cloro a través del sistema receptor GABA. El Fipronil es la sustancia activa usada para el control de garrapatas de manera "pour on", lo que permite que penetre la cutícula de los ectoparásitos.

Inhibidores del desarrollo: El fluazurón, se caracterizan por interferir principalmente en la formación de la quitina, impidiendo la formación de la cutícula del ectoparásito, considerándoseles inhibidores de las mudas y del crecimiento. La limitante de este producto es que las garrapatas tratadas no mueren al instante, sino que su efecto es reducir la capacidad reproductiva de las garrapatas y poco a poco se ven los efectos letales al reducir las poblaciones de garrapatas.

Cuadro 3. Organofosforados autorizados por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación de México, para el control de garrapatas en México.

ORGANOFOSFORADOS			
Producto comercial	Principio activo	Forma de aplicación	Laboratorio
Asuntol líquido [®]	Coumafos	Aspersión, Inmersión	Bayer
Asuntol polvo [®]	Coumafos	Aspersión, Inmersión	Bayer
Co-ral flowable [®]	Coumafos	Aspersión, Inmersión	Bayer
Dursban 24E [®]	Clorpirifos	Aspersión, Inmersión	Elanco
Ganafos [®]	Coumafos	Aspersión, Inmersión	Pfizer
Link [®]	Clorpirifos	Aspersión, Inmersión	Elanco
Supona CE [®]	Clorfenvinfos	Aspersión, Inmersión	Fort Dodge

Cuadro 4. Piretroides autorizados por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación de México, para el control de garrapatas en México.

PIRETROIDES			
Producto comercial	Principio activo	Forma de aplicación	Laboratorio
Barricada CE [®]	Cipermetrina	Aspersión, inmersión	Fort Dodge
Batestan plus [®]	Cipermetrina	Aspersión, inmersión	Intervet
Batestop [®]	Deltametrina	Pour on	Intervet
Bayticol baño [®]	Flumetrina	Aspersión, inmersión	Bayer
Bayticol PO [®]	Flumetrina	Pour on	Bayer
Butox [®]	Deltametrina	Aspersión, inmersión	Intervet
Cypermil aspersion [®]	Cipermetrina	Aspersión	Ouro Fino
Cypermil pour on [®]	Cipermetrina	Pour on	Ouro Fino
Ectiban L pour on	Landacyalotrina	Pour on	Schering-Plough
Elantik 25 [®]	Zeta Cipermetrina	Pour on	Elanco
Elantik 62.5 [®]	Zeta Cipermetrina	Aspersión, inmersión	Elanco
Panecto pour on [®]	Alfa Cipermetrina	Pour on	Fort Dodge
Renegade pour on [®]	Alfa Cipermetrina	Pour on	Novartis
Ticoff [®]	Cipermetrina	Aspersión, inmersión	Lapisa
Ultimate [®]	Alfa Cipermetrina	Aspersión, inmersión	Pfizer
Ultimate pour on [®]	Alfa Cipermetrina	Pour on	Pfizer

Cuadro 5. Amidinas autorizadas por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación de México, para el control de garrapatas en México.

AMIDINAS			
Producto comercial	Principio activo	Forma de aplicación	Laboratorio
Bombard®	Amitraz	Aspersión, inmersión	Fort Dodge
Bovitraz®	Amitraz	Aspersión, inmersión	Bayer
Drastic®	Amitraz	Aspersión, inmersión	Novartis
GAmitraz®	Amitraz	Aspersión, inmersión	Pfizer
Nokalt®	Amitraz	Aspersión, inmersión	Ouro Fino
Preventick solución®	Amitraz	Aspersión, inmersión	Virbac
Taktic®	Amitraz	Aspersión, inmersión	Intervet
Trak®	Amitraz	Aspersión, inmersión	Lapisa
Triatix®	Amitraz	Aspersión, inmersión	Schering-Plough

Cuadro 6. Endectocidas autorizados por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación de México, para el control de garrapatas en México.

ENDECTOCIDAS			
Producto comercial	Principio activo	Forma de aplicación	Laboratorio
Baymec prolong®	Ivermectina	Inyectable	Bayer
Coopermec®	Ivermectina	Inyectable	Schering-Plough
Cyductin NF®	Moxidectina	Inyectable	Fort Dodge
Cyductin Onyx®	Moxidectina	Inyectable	Fort Dodge
Dectomax®	Doramectina	Inyectable	Pfizer
Dectiver Premium®	Ivermectina	Inyectable	Lapisa
Ivermectina 1%	Ivermectina	Inyectable	Ouro Fino
Ivermectina 1% LA	Ivermectina	Inyectable	Ouro Fino
Ivomec Gold®	Ivermectina	Inyectable	Merial
Ivomec inyectable®	Ivermectina	Inyectable	Merial
Rank L.A.®	Ivermectina	Inyectable	Intervet
Zeramec®	Ivermectina	Inyectable	Virbac

Cuadro 7. Fenilpirazolonas autorizados por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación de México, para el control de garrapatas en México.

FENILPIRAZOLONAS			
Producto comercial	Principio activo	Forma de aplicación	Laboratorio
Ectoline pour on®	Fipronil	Pour on	Merial

Cuadro 8. Inhibidores del desarrollo autorizados por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación de México, para el control de garrapatas en México.

INHIBIDORES DEL DESARROLLO			
Producto comercial	Principio activo	Forma de aplicación	Laboratorio
Acatak®	Fluazurón	Pour on	Novartis

Cuadro 9. Mezclas de productos químicos autorizadas por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación de México, para el control de garrapatas en México.

MEZCLAS			
Producto comercial	Principio activo	Forma de aplicación	Laboratorio
Bayticol plus P.O.®	Flumetrina+Cyflutrina	Pour on	Bayer
Ectogan®	Cymiazol+Cipermetrina	Aspersión, inmersión	Novartis
Garraban MO 29®	Permetrina+Clorpirifos	Aspersión, inmersión	Lapisa
Supocade CE®	Clorfenvinfos+Cipermetrina	Aspersión, inmersión	Fort Dodge

3.2.3. Propiedades deseadas de los garrapaticidas.

El garrapaticida ideal debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Inocuos para el animal y el hombre que los maneja.
- Altamente efectivo contra todos los estados evolutivos del ácaro en su fase parásita.
- Económico a la dosis recomendada para lograr su efectividad.
- Estables en el medio contaminado que representa un baño sucio, estiércol, orina y pelos que dejan los animales al pasar por él.
- Tener una buena dispersión, humectación y ser de fácil preparación.
- No contaminar el medio ambiente.

3.2.4. Métodos de aplicación de garrapaticidas.

a) Baños de inmersión. Es el paso de animales por soluciones, suspensiones o emulsiones de garrapaticidas mantenidos en depósitos (baños) de 7,000 a 10,000 litros (Figura 11). Con este método se logra un completo mojado de todo el cuerpo del animal, lo que permite un perfecto contacto de la sustancia activa del garrapaticida con todos los estados evolutivos de las garrapatas.

El inconveniente básico del baño por inmersión reside en que se trata de una instalación fija y cara, hacia la cual se debe arrear a los animales. Durante los períodos de sequía esto produce en los animales una carga de estrés adicional. Para

reducir las distancias de acceso a los baños, es necesario construirlos en una ubicación central, lo cual encarece su construcción y mantenimiento.

b) Mangas de aspersión. Es el mojado de los animales con garrapaticidas, a través de aspersores fijos adaptados a una manga de manejo. Tiene la ventaja de que en cada tratamiento se puede usar líquido recientemente preparado con la correcta concentración de la sustancia activa, lo que asegura la máxima eficacia.



Figura 11. Bovino bañado con garrapaticida mediante el método de inmersión para el control de garrapatas.

c) Mangas portátiles. Es una manga portátil cerrada y acompañada del depósito de garrapaticida. Tiene la misma función que la aspersión en manga fija.

d) Aspersión manual. Es el método de mojado más simple y se utiliza cuando hay que bañar unos pocos animales, por lo regular el equipo consiste en una bomba de aspersión manual (Figura 12).



Figura 12. Bovino bañado con garrapaticida con bomba de mochila (aspersión) para el control de garrapatas.

e) Tratamiento por derrame dorsal: "pour-on" y "spot-on". El "pour on" o epicutáneo este método consiste en derramar el producto sobre la línea medial dorsal del bovino, desde la cruz hasta la base de la cola (Figura 13). A su vez el "spot on" o transcutáneo es cuando el producto se coloca en un solo sitio del dorso del animal.



Figura 13. Bovino impregnado con garrapaticida desde el área de la cruz hasta la base de la cola para el control de garrapatas (método "pour on").

Esta forma de tratamiento es recomendada especialmente en el

caso de vacas preñadas o con crías, y en lugares distantes de los baños y en ranchos donde no existan las facilidades para el manejo de los animales.

Las formulaciones que se emplean en estos tratamientos han sido especialmente estudiadas para que el producto se adhiera sobre la superficie del cuerpo del bovino, con las secreciones de las glándulas sudoríparas y sebáceas, formando una emulsión que actúa como vehículo para aumentar la distribución dérmica de la sustancia activa.

Las formulaciones actúan sobre los parásitos por contacto y por medio de los vapores que emanan, formando una atmósfera que rodea el cuerpo del animal tratado.

f) Tratamiento mediante inyección.

Es la aplicación de productos mediante inyecciones, el método es comúnmente utilizado para la aplicación de endectocidas y puede administrarse por vía intramuscular o subcutánea. Los productos así usados presentan por lo regular efectos de largo plazo con tratamientos en lapsos de 30 días o más.

g) Tratamiento con aretes y collares impregnados.

Son dispositivos elaborados por lo regular a base de plástico o PVC los cuales contienen el pesticida impregnado y su eliminación es paulatina y sostenida, a partir del sitio de aplicación alcanzan todo el cuerpo del animal. Se han utilizado en este tipo de dispositivos Amidinas, Piretroides, Organofosforados y mezclas tanto para ganado lechero como de carne.

3.2.5. Recomendaciones para el uso de baños de inmersión.

- Contar con las instalaciones adecuadas antes de utilizar cualquier garrapaticida en un baño de inmersión.
- Conocer la capacidad de la fosa del baño de inmersión en litros para dosificar correctamente (consultar con un técnico autorizado).
- Los productos a base de amitraz para su uso en baños de inmersión requieren de condiciones alcalinas, de pH de 12 ó mayor, para mantener su acción garrapaticida óptima. El conservador que se utiliza es Hidróxido de Calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) con pureza mínima del 90%, llamado también cal muerta o agrícola.
- Para el caso de productos que contengan amitraz, en la carga inicial utilizar 6 Kg de conservador por cada 1000 litros de agua. Es necesario verificar la alcalinidad del baño utilizando tiras indicadoras de pH (alcalinidad o acidez).
- Agitar el baño antes de usarlo.

3.2.6. Mantenimiento del baño de inmersión

Para prolongar la vida útil del baño de inmersión se recomienda el siguiente programa de mantenimiento:

- Remover de la fosa el lodo, estiércol, pelos, objetos, etc., para evitar la contaminación excesiva.
- Contar con un techo en buenas condiciones para evitar la dilución del agua del baño de inmersión con agua de lluvia.

- Seguir las instrucciones de uso del producto para carga y recarga.
- Mantener en buenas condiciones generales las instalaciones de su baño de inmersión (manga de manejo, lavapatatas y escurridor).

3.2.7. Recomendaciones para el uso de baño por aspersión

Para un correcto uso del baño de aspersión se recomienda lo siguiente:

- Limpiar la bomba de mochila, mangueras, lanza y boquilla aspersora.
- Verificar el correcto funcionamiento del sistema de la bomba.
- Leer atentamente las instrucciones del fabricante del producto garrapaticida a usar.
- Asperjar los animales siguiendo un orden y sosteniendo la boquilla aspersora de 15 a 30 cm del animal.
- Cubrir todo el animal con el garrapaticidas preparado, verificando que se cubran todas las partes de difícil acceso.
- No asperjar en contra del viento
- No utilizar mezclas caseras con productos de diferentes marcas y plaguicidas de uso agrícola.
- No utilizar aguas duras o contaminadas
- Bañar a los animales con la cantidad mínima (adultos 6 litros, jóvenes 4 litros).

3.3. Control no químico.

Son las acciones ejercidas para controlar garrapatas sin el uso de productos químicos; entre las principales se encuentran:

3.3.1. Resistencia del hospedero.

Las razas *Bos indicus* (Nelore, Brahman, Gyr, Indobrasil, etc) (Figura 14) son más resistentes a infestaciones graves de garrapatas que las razas *Bos taurus* (Suizo, Charolais, Gelbvieh, Holstein, etc). La resistencia a las garrapatas por parte del hospedero se manifiesta con una reducida repleción de la hembra, prolongados períodos de alimentación, disminución en la oviposición, baja o nula viabilidad de los huevos, cese de etapas evolutivas y muerte de ninfas.



Figura 14. Bovino *Bos indicus* de la raza Nelore que presenta mayor resistencia a la infestación con garrapatas que el ganado *Bos taurus*.

3.3.2. Control biológico.

Algunas especies de hormigas, *Pheidole megacephala* tienen efecto depredador en la población de garrapatas. Además, el ácaro *Anystis baccarum* tiene algún efecto depredador sobre la población de garrapatas.

Los hongos entomopatógenos (Figura 15) han demostrado poseer buena eficacia para el control de las garrapatas *Boophilus*, en condiciones *in vitro*, existen experiencias en diferentes países utilizando

especímenes de los géneros *Beauveria*, *Paecilomyces*, *Verticillium*, *Rhizopus*, *Fusarium* y *Metarhizium*.

En México existen algunas garzas y pájaros que se alimentan de garrapatas y tienen un papel importante en el control biológico.

En los últimos años se ha demostrado que el control biológico podría ser una alternativa para el control de las garrapatas; sin embargo, es necesario realizar más estudios de validación a nivel de campo.



Figura 15. Garrapata *Boophilus microplus* afectada por un hongo entomopatógeno (se señala con la flecha).

3.3.3. Manejo.

Esta actividad que el hombre realiza, se basa fundamentalmente en modificar el hábitat natural de la garrapata para afectar su desarrollo y viabilidad en su fase no parasítica. La composición de la vegetación tiene un efecto directo en la sobrevivencia de las garrapatas adultas, huevos y

larvas. Cuando las garrapatas adultas repletas caen al suelo buscan un lugar oscuro y se protegen de la radiación solar directa. De tal forma que las praderas con alta vegetación y arbustos proporcionan a las garrapatas un hábitat ideal para su desarrollo. La leguminosa tropical *Stylosanthes humilis* y *S. hamata* puede atrapar larvas. Esta leguminosa presenta en sus hojas y pelos, secreciones glandulares viscosas que inmovilizan a las larvas. La planta colecta del 12% al 27% de larvas de garrapatas. Su efectividad para controlar garrapatas es limitada por la proporción de leguminosas en el pasto, estado fisiológico y por su reducido porcentaje en atrapar larvas. Otras plantas con similares propiedades anti-garrapatas son las gramíneas forrajeras: *Melinis minutiflora* (gordura), *Brachiaria brizantha* (marandú) y *Andropogon gayanus* (llanero), las cuales repelen, atrapan u obstaculizan a las garrapatas que buscan hospederos; este tipo de plantas, cultivadas en potreros estratégicamente utilizados, reducen el riesgo del encuentro garrapata-bovino y contribuyen a disminuir el uso de pesticidas.

El descanso de praderas para el control de las garrapatas es otro método que funciona y está basado en el período de vida que tiene el estado no parasítico, esto es, la longevidad total del estado no parasítico. Cuando se conoce esta información en una región, es posible establecer el tiempo de descanso de las praderas. La longevidad de las larvas en el ambiente depende de la cantidad de vitelo que tengan en el momento de su eclosión.

El fuego afecta directamente a las garrapatas por la exposición que

sufren a las altas temperaturas los estados de larvas, las hembras adultas y los huevos. Indirectamente tiene un efecto por la destrucción de la capa de vegetación que le sirve de protección a las garrapatas.

3.3.4. Vacunas.

En Australia se cuenta con una vacuna comercial llamada "TickGARD" para el control de garrapatas *B. microplus*. Esta vacuna contiene un antígeno (Bm86) que está situado en la superficie de las células del intestino de la garrapata *B. microplus*. Cuando un bovino es vacunado con el antígeno Bm86 se produce una reacción inmunológica mediada por anticuerpos. Cuando la garrapata ingiere sangre del animal vacunado, los anticuerpos específicos producen la lisis de las células del intestino de la garrapata. Aunque el antígeno Bm86 está presente en la larva, ninfa y garrapata adulta, este último estado es el más afectado. Esto es debido al mayor volumen de sangre que ingiere la garrapata adulta. La vacuna produce una reducción del peso y la capacidad de postura de huevos de las garrapatas hembras repletas en los animales vacunados. En México se encuentra disponible la vacuna Gavac® (Laboratorio Revetmex) que contiene el antígeno Bm86 que es producido artificialmente (antígeno recombinante rBm86) y se aplica de forma inyectable. Con esta vacuna se ha mostrado la inducción de una respuesta protectora en animales vacunados bajo condiciones controladas y en pruebas de campo. Se ha encontrado una efectividad entre el 51 y el 91%.

3.4. Criterios para el uso de garrapaticidas.

La base para establecer un programa de control de garrapatas en el ganado bovino es el conocimiento de la biología de las garrapatas en cada región. Se debe de tomar en cuenta que existen dos fases importantes, la fase parasítica y la fase no parasítica. La fase parasítica sobre el ganado bovino en el género *Boophilus* es constante y dura de 19-21 días; sin embargo, en el género *Amblyomma* este tiempo es variable dependiendo de las condiciones del ambiente y la disponibilidad de hospedadores que son animales de vida silvestre.

3.4.1. Frecuencia de aplicación.

Actualmente, la concepción del enfoque de control de garrapatas ha cambiado. Con el propósito de retardar el problema de resistencia a los garrapaticidas, es necesario desestimular la recomendación de aquellas estrategias de control que promuevan la extrema reducción de las poblaciones de garrapatas en el hospedero y el "refugio" (garrapatas que se encuentran en el ambiente que no han recibido tratamiento con garrapaticidas) a través de tratamiento sistemático del garrapaticida. Se ha demostrado que los ranchos que utilizan garrapaticidas para el control de garrapatas más de 6 veces al año tienen más probabilidad esta población de garrapatas de generar resistencia.

La selección y uso de pesticidas con baja persistencia biológica (tiempo que tarda el

garrapaticida en el animal para controlar garrapatas) puede ser una estrategia útil para el manejo de la resistencia, debido a una reducción de la exposición parasitaria.

La frecuencia del uso de garrapaticidas se ha basado en los siguientes umbrales:

- *Umbral terapéutico.* Cuando un animal requiere tratamiento debido a la cantidad de garrapatas que afectan a los animales.
- *Umbral de producción.* Acorde al nivel productivo de los animales. Esto es más aplicable a los parasitismo producidos por nematodos.
- *Umbral preventivo.* Para prevenir futuras infestaciones de garrapatas.

La Campaña Nacional contra la Garrapata, tenía como base que los animales fueran tratados con garrapaticidas cada 15 días para etapas de erradicación, y cada 21-28 días para etapas de control de la garrapata del género *Boophilus*. Sin embargo, actualmente en la mayoría de las áreas infestadas por garrapatas es muy difícil su erradicación, por tal motivo lo más conveniente es controlarlas mediante el uso de productos químicos en combinación con otras estrategias de control.

En áreas tropicales del país los ganaderos usan los garrapaticidas cada 28-30 días mediante calendarios establecidos (independiente de la familia de garrapaticida usada), situación que debería ser cambiada ya que el uso de más de 6 tratamientos por años favorecen la aparición de garrapatas resistentes.

Un criterio importante en cada explotación debe ser tomando en cuenta el “Umbral terapéutico” mediante la estimación del número de garrapatas *Boophilus* por animal (garrapatas adultas de más de 4mm). En estudios realizados en el trópico mexicano se ha observado que cuando los animales tienen entre 35 y 50 garrapatas se empiezan a observar efectos negativos en la salud y producción de los animales. Por tal motivo, se recomienda que los tratamientos se realicen cuando se observen más de 30 garrapatas adultas por animal.

En caso de que la población del género *Amblyomma* esté incrementada en los animales, es necesario usar más frecuentemente los tratamientos con garrapaticidas y después espaciarlos.

La selección de los garrapaticidas depende de:

- Los antecedentes sobre los problemas de resistencia en las garrapatas del rancho (se espera una eficacia superior al 98%).
- Persistencia del producto.
- Espectro del producto.
- Costo de los productos comercialmente disponibles.

Cuando la resistencia está presente no tiene sentido seguir utilizando la misma droga e incluso el mismo grupo químico en el caso de los Piretroides y Amidinas; sin embargo, en el caso de los organofosforados, puede existir resistencia al diazinón y las garrapatas pueden ser controladas por un corto período mediante el uso de coumafos, clorfenvinfos o clorpirifos. En este caso, si hay otra familia que funcione para el control de

garrapatas lo recomendable es cambiar a esta nueva familia.

3.4.2. Rotación de garrapaticidas.

El concepto de la rotación de garrapaticidas, se trata de la aplicación alternada en el tiempo de dos o más compuestos, de modo que cada individuo de la población parasitaria es sólo expuesto a un compuesto a la vez, pero la población experimenta una exposición múltiple en el tiempo. Para disminuir los riesgos de selección de individuos resistentes, sería necesario un garrapaticida con la persistencia suficiente para erradicar una o dos generaciones de garrapatas y luego tener la capacidad de declinar su eficacia rápidamente. Actualmente no se conoce el tiempo exacto en que un garrapaticida debe ser reemplazado por otro garrapaticida de distinta familia. Sin embargo en términos prácticos se recomienda cambiar el producto cada año o año y medio.

3.4.3. Combinación de garrapaticidas.

El uso de mezclas ó combinaciones de garrapaticidas se sugiere como estrategia para el manejo de la resistencia. Esto generalmente implica que dos garrapaticidas sean aplicados en forma conjunta y así las garrapatas de una población son expuestas simultáneamente a más de un tóxico. El principio básico para que una mezcla sea útil, es que los dos productos no compartan el potencial de resistencia cruzada; es decir, que tengan modos de acción y metabolismo diferente. Se espera además que exista el efecto de

sinergia o potenciación, o sea que el uso conjunto de los compuestos brinde mayor efecto que la simple adición del efecto de cada uno de los componentes.

El uso táctico de las mezclas como herramienta para el manejo de resistencia posee dos condiciones adicionales para su aplicación:

- El uso de las mezclas debe iniciarse previo a la aparición de resistencia a alguno de sus componentes. Si la resistencia ya existe hacia un producto, la selección para resistencia continuara tan pronto que el segundo componente de la mezcla será incapaz de lograr mortalidad total, y
- Cada componente de la mezcla debe poseer similar tiempo de vida útil en el animal, de modo contrario, la selección para resistencia se dará para el compuesto más persistente.

3.4.4. Control de calidad de los garrapaticidas.

El control de calidad juega un papel preponderante para prolongar la vida útil de los garrapaticidas. La actividad de un producto depende en gran medida, tanto de la calidad del principio activo como de su formulación; esto último en ocasiones es un secreto comercial de diversas compañías farmacéuticas, lo que podría considerarse como una desventaja de los genéricos. La competencia en precios y formulaciones de los garrapaticidas es saludable, siempre y cuando se mantenga la calidad. Esta situación y la falta de capacitación del usuario favorecen un aumento en el consumo

de garrapaticidas de bajo precio y muchas veces de dudosa calidad. En México el organismo regulador del uso de garrapaticidas es la SAGARPA y es la autorizada para el registro de garrapaticidas. Por lo que es recomendable utilizar productos que tengan el registro de SAGARPA:

3.4.5. Manejo Integral de Plagas.

El manejo integral de plagas (MIP) combina adecuadamente varias herramientas de control, a efectos de desestabilizar la formación de aquellas poblaciones de garrapatas con mayor proporción de individuos genéticamente resistentes. Generalmente el MIP, tiene como objetivo disminuir la frecuencia de los tratamientos garrapaticidas. Para prevenir y mitigar la resistencia no sólo es suficiente disminuir la el uso de los garrapaticidas, sino también utilizarlos estratégicamente en época-momentos-animales, en combinación con otras alternativas de control.,. El MIP puede combinar el uso de endectocidas, control biológico, prácticas de manejo, uso de razas resistentes, vacunas, etc.

IV. RESISTENCIA DE LAS GARRAPATAS A LOS GARRAPATICIDAS.

4.1. Definición.

La resistencia es el aumento significativo de individuos dentro de una población de una misma especie, capaces de tolerar dosis de droga (s) que han resultado letales para la mayoría de los individuos de la misma especie.

4.2. Factores causales de la resistencia.

La aplicación indiscriminada de garrapaticidas ha ocasionado la aparición de cepas de garrapatas resistentes a nivel de campo. El desarrollo de la resistencia es un proceso evolutivo que aparece por selección genética y se presenta en tres fases:

- *Fase de establecimiento.* Momento en que surge el alelo resistente en una población y el proceso se realiza por mutaciones naturales e independientes a la presión de selección.
- *Fase de desarrollo.* Es el incremento en el número de individuos resistentes que ocurre por la tasa de sobrevivencia preferencial sobre individuos susceptibles después del uso de productos químicos.
- *Fase de emergencia.* Este proceso es de corta duración y el alelo de resistencia es común en la población que manifestará la ineficacia del garrapaticida.

4.3 Mecanismos de defensa de las garrapatas hacia los garrapaticidas.

Los mecanismos de defensa más importantes que ocurren en las garrapatas son:

- *Insensibilidad del sitio de acción.* La alteración de los genes cambia la estructura de las proteínas que se unen al pesticida, con la finalidad de contrarrestar la toxicidad del producto químico. El proceso más conocido ocurre con los Piretroides, donde la garrapata resistente sufre una mutación en el gen del canal de sodio.
- *Detoxificación metabólica.* Se caracteriza por la degradación del garrapaticida, como consecuencia de la acción de las enzimas que

participan en los procesos de detoxificación del insecto.

4.4. Manejo de la resistencia.

Debido al problema de la resistencia de las garrapatas a los garrapaticidas, los productores deben reducir la frecuencia de aplicaciones, sin restar importancia a su uso como herramienta básica en el control integral de parásitos.

Para reducir la frecuencia de tratamientos se sugiere la aplicación estratégica de garrapaticidas, previa valoración del riesgo de infección o incluso del nivel de infestación del hospedero, realizando un conteo o estimando el número de garrapatas por animal.

El control integral de parásitos, conlleva a un conjunto de estrategias cuyas metas consideran la conservación de químicos disponibles para el control, preservando su efectividad pero al mismo tiempo reduciendo el impacto al ecosistema.

Para el control integral de parásitos se sugieren estrategias de control tales como: tratamientos estratégicos, el uso de pastos anti-garrapatas, descanso de praderas, uso de ganado resistente a las garrapatas, control biológico y la aplicación de vacunas contra la garrapata.

4.5. Principales fallas en el tratamiento con garrapaticidas.

El uso inadecuado de garrapaticidas puede generar la aparición rápida de la resistencia. Entre las principales fallas podemos mencionar:

- *Fase de* Preparación de la solución garrapaticida. Depende

del producto y casa comercial. En el caso del amitraz es necesario en los baños de inmersión verificar el pH de la solución (el pH óptimo es de 12-14).

- Dosis adecuada del garrapaticida. Se deben seguir las recomendaciones de la etiqueta del producto.
- Cantidad de solución utilizada por animal. Para el caso de aspersión en la mayoría de los productos se debe de utilizar 1 litro de solución preparada por cada 100 kg de peso del animal.
- Forma de aplicación.
- Dosis adecuada de carga y recarga en baños de inmersión.

4.6. Diagnóstico de la resistencia.

4.6.1. Diagnóstico a nivel de campo.

Al principio, la evidencia más clásica de la resistencia es la supervivencia de algunas ninfas que evolucionan normalmente hasta llegar a hembras repletas, de 10-14 días después de haberse aplicado el tratamiento.

Para comprobar que existe resistencia a los garrapaticidas en un rancho, se requiere de una cuidadosa evaluación de las prácticas utilizadas para su aplicación, esto permite estar seguro de que realmente se está ante una situación de desarrollo de resistencia y no ante un problema de inadecuado uso del producto.

Cuando se detecta una falla en el control, la primera reacción debe ser comprobar si el garrapaticida se está aplicando correctamente y a la concentración adecuada. Esto incluirá una inspección de los medios y

registros para determinar si el tratamiento ha sido bien manejado.

Una vez que se ha comprobado que no existen fallas en el uso del garrapaticida, es necesario recurrir a métodos de diagnóstico de laboratorio para confirmar que el problema en el control se debe al desarrollo de la resistencia.

No existe una característica morfológica que distinga una cepa resistente de una susceptible.

4.6.2. Diagnóstico en el laboratorio.

Las técnicas más utilizadas para el diagnóstico de la resistencia son los bioensayos, que son procedimientos experimentales que se usan para determinar la efectividad biológica de un pesticida. Los bioensayos son las técnicas recomendadas por la FAO como pruebas oficiales, para lo cual utilizan pesticidas a concentración comercial o a dosis llamadas dosis discriminantes. Estas pruebas tienen una sensibilidad que les permite detectar un aumento significativo de individuos dentro de una misma especie capaces de resistir dosis de garrapaticidas que han probado ser letales para la mayoría de los individuos de la misma especie.

Los bioensayos (Figura 16) se dividen en dos grupos:

- Los que utilizan larvas (Prueba de paquete de larvas y de inmersión de larvas), y
- Los que utilizan garrapatas adultas (Inmersión de garrapatas adultas).

Las técnicas basadas en larvas son las más difundidas; teniendo como principal ventaja la posibilidad

de trabajar con mayor número de individuos y evaluar cantidades importantes de principios activos y concentraciones de producto. Sin embargo, su principal desventaja sobre las pruebas que analizan los estados adultos, es que se requiere más de seis semanas para obtener los resultados, debido a que es necesario recolectar en los ranchos garrapatas repletas, ponerlas a ovipositar y esperar varias semanas para que emerjan las larvas y luego esperar a que tengan de 7 a 14 días de edad, para desarrollar la prueba.

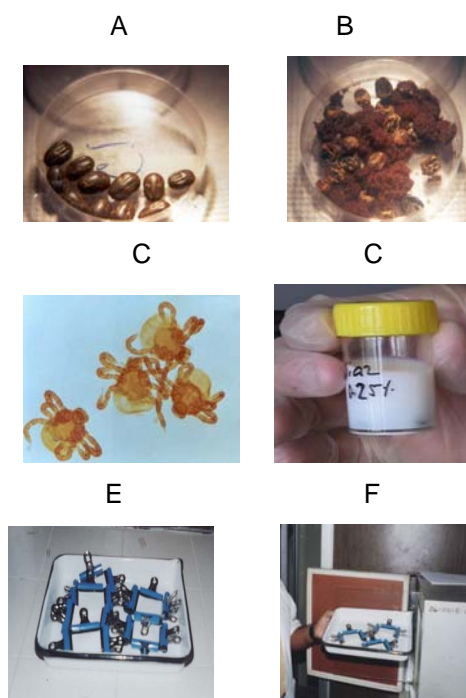


Figura 16. Pasos que se siguen para realizar la prueba de paquetes de larvas. A) Incubación de garrapatas repletas, B) Postura de huevos, C) Obtención de larvas, D) Dilución de los productos a evaluar, E) Realización de paquetes de larvas para la obtención de resultados, F) Incubación de los paquetes de larvas.

Las técnicas que utilizan garrapatas adultas tienen ventajas sobre las que utilizan larvas, debido a

que ofrecen una información rápida sobre la situación de la resistencia en condiciones de campo, pero la desventaja de estas pruebas es que se requiere de un alto número de garrapatas adultas repletas (100-200), las que en ocasiones son difíciles de recolectar en condiciones de campo. Esta cantidad de garrapatas puede ser menor si se cuenta con dosis discriminantes (el doble de concentración de producto que mata el 99.9% de una población susceptible de garrapatas) para los productos a probar, situación que debe ser motivo de investigación en la actualidad.

En busca de mejores alternativas se han desarrollado métodos más sensibles y rápidos entre los que se encuentran las pruebas bioquímicas basadas en la detección de la actividad de enzimas sobreexpresadas en las poblaciones de garrapatas y pruebas moleculares; sin embargo, el diagnóstico de resistencia se vuelve una situación más compleja, en la medida que son descubiertos nuevos mecanismos de resistencia y eventualmente se necesitarán un conjunto de pruebas diagnósticas que se complementen para identificar el tipo de resistencia y el o los mecanismos involucrados.

V. INVESTIGACIONES SOBRE GARRAPATAS RESISTENTES EN MÉXICO.

En una investigación para conocer el problema de resistencia de las garrapatas *B. microplus* a los garrapaticidas en ranchos bovinos del sureste de México se encontró que el 100% de los productores de los cuatro estados estudiados usan garrapaticidas para controlar esta

plaga. Los productos químicos que se utilizan se presentan en el cuadro 10.

Como puede apreciarse en el cuadro 10, el amitraz es la sustancia química que tiene mayor uso en la actualidad para el control de garrapatas en la ganadería bovina del sureste del país.

Los Organoclorados se siguen usando en la ganadería bovina, a pesar de que ser productos químicos de uso prohibido por sus efectos negativos a la salud humana. Por tal motivo es importante crear conciencia en los productores en especial de los estados de Yucatán, Quintana Roo y Chiapas de que este producto no debe ser utilizado para el control de esta plaga.

Los productores de los cuatro estados reportaron que usan otras alternativas para el control de garrapatas, tales como el uso de los endectocidas y vacunas. Estas medidas son de gran utilidad para contribuir a retrasar el proceso de selección genética de la resistencia de las garrapatas a los productos químicos.

En el cuadro 11 se presentan las prevalencias de ranchos con garrapatas resistentes a los distintos garrapaticidas en los cuatro Estados del sureste del país. Las pruebas de paquetes de larvas modificado (Organofosforados y Piretroides) e inmersión de larvas (amitraz) fueron usadas para conocer las prevalencias de garrapatas *B. microplus* resistentes.

Como puede apreciarse en el Cuadro 11 la familia de los Piretroides presenta el mayor problema de resistencia en el sureste del país. La prevalencia es alta y existe una marcada reacción cruzada entre las sustancias químicas del mismo

grupo. Esto probablemente se deba al similar mecanismo de resistencia que tienen los Piretroides.

En el cuadro 12 se observa la frecuencia reportada por los servicios veterinarios oficiales de México, Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), sobre la distribución de los casos de resistencia a los garrapaticidas en la garrapata *B. microplus* diagnosticados en México durante el periodo de 2001 a 2005.

La epidemiología de la resistencia presenta una multicausalidad que podemos referirla a factores intrínsecos y extrínsecos, los cuales en forma conjunta permiten operar a las poblaciones de garrapatas para el establecimiento de la resistencia. Los factores extrínsecos son aquellos que estimulan la presencia de la resistencia como son ecología de la localidad o región que permiten el desarrollo, sobrevivencia y densidades de las poblaciones de *B. microplus*, factores de variación como la migración, selección de poblaciones, mutaciones y recombinaciones, dosis, frecuencia y formulaciones de los garrapaticidas, y aspectos culturales del combate a la garrapata entre otros.

Los factores intrínsecos de la resistencia están relacionados al proceso evolutivo de la garrapata *B. microplus* para su sobrevivencia debido a la presión de selección y es de tipo genético, que podría manifestarse en co-evolución, variabilidad genética (resistencia a un garrapaticida y a varios, presencia de una mutación génica puntual o cromosómica) y especialización fisiológica (individuos genéticamente iguales).

Por lo cual es importante entender o elaborar modelos que nos permitan tener un mejor entendimiento de la epidemiología de la resistencia de las diferentes poblaciones de garrapatas observadas a nivel de campo.

La familia de los Organofosforados presenta una alta prevalencia en ranchos del sureste del país; sin embargo, la prevalencia al coumafos y clorfenvinfos es todavía moderada, lo que indica que se pueden seguir usando con éxito en muchos ranchos del sureste del país.

El amitraz es un producto químico que requiere un control en su uso. Es el producto que más se utiliza en la actualidad y la prevalencia de resistencia se está incrementando, hasta niveles que en el futuro cercano podría ser un problema a la ganadería del sureste del país.

Los resultados presentados en el Cuadro 2 se expresaron de manera individual a cada producto químico; sin embargo, a nivel de campo existen cepas multiresistentes, es decir resistentes a dos o más productos químicos, lo que complica más este problema.

Cuadro 10. Garrapaticidas usados para el control de garrapatas en la ganadería bovina del sureste de México.

Grupo químico	Sustancia química	Yucatán %	Q. Roo %	Tabasco %	Chiapas %
Amidinas	Amitraz	40.80	76.56	70.58	74.26
		40.80	76.56	70.58	74.26
Organofosforados	Coumaphos Clorfenvinphos	29.60	9.37	19.11	6.93
		21.40	7.81	5.88	5.94
		8.20	1.56	13.23	0.99
		21.45	10.93	7.35	11.88
Piretroides sintéticos	Cipermetrina Deltametrina Flumetrina	14.30	1.56	1.47	0.99
		6.10	3.12	5.88	6.93
		1.05	6.25	0	3.96
Organoclorados	Lindano	4.10	3.10	0	0.99
		4.10	3.10	0	0.99
		3.10	0	2.94	5.94
Combinaciones	Cymiazol+Cipermetrina Clorpirifos+Permetrina	3.10	0	0	0
		0	0	2.94	5.94
Fenilpirazolona	Fipronil	1.05	0	0	0
		1.05	0	0	0

Cuadro 11. Prevalencia de ranchos ganaderos con garrapatas *Boophilus microplus* resistentes a garrapaticidas en el sureste de México.

Grupo químico	Sustancia química	Yucatán %	Q. Roo %	Tabasco %	Chiapas %
Amidinas	Amitraz	19.40	51.56	72.0	60.8
		19.40	51.56	72.0	60.8
Organofosforados	Coumaphos Clorfenvinphos Diazinón	83.70	90.62	94.1	77.2
		45.90	26.56	48.5	5.1
		35.70	32.81	36.8	10.3
		80.60	89.93	94.1	58.7
		66.3	95.31	94.1	90.8
Piretroides sintéticos	Cipermetrina Deltametrina Flumetrina	59.18	87.5	89.7	82.4
		61.22	90.62	92.6	87.6
		64.28	95.31	94.1	87.6

Cuadro 12. Distribución de la frecuencia del tipo de resistencia a los garrapaticidas en México.

<i>Estado</i>	<i># muestras</i>	RESULTADOS							
		S	OF	PS	OF/PS	Am	OF/PS /Am	OF/ Am	PS/ Am
Campeche	25	1	1	0	12	0	7	0	4
Chiapas	120	3	3	15	41	2	44	4	8
Coahuila	3	2	0	0	1	0	0	0	0
Colima	23	2	2	4	12	0	1	2	0
Durango	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Edo. México	5	1	0	2	2	0	0	0	0
Guerrero	332	14	2	61	49	12	110	1	83
Hidalgo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jalisco	27	8	2	1	6	6	2	2	0
Michoacán	9	5	0	0	1	1	0	1	1
Morelos	26	11	0	3	4	1	2	1	4
Nayarit	124	40	3	35	35	5	3	1	2
Nuevo león	9	5	1	1	0	0	1	1	0
Oaxaca	10	0	1	0	8	0	0	0	1
Puebla	7	0	0	1	3	0	3	0	0
Querétaro	18	5	0	6	1	2	0	0	4
Q. Roo	144	8	6	10	54	4	57	1	4
S. L. Potosí	72	3	1	18	20	0	21	2	7
Sinaloa	4	0	1	3	0	0	0	0	0
Tabasco	166	5	7	13	35	2	95	6	3
Tamaulipas	469	68	31	32	98	24	147	39	30
Veracruz	204	1	2	12	58	3	110	7	11
Yucatán	107	6	20	8	39	1	19	9	5
Zacatecas	16	15	0	0	0	1	0	0	0
Total	1920	203	83	225	479	64	622	77	167

S: Susceptible, OF: Organofosforados, PS: Piretroides sintéticos, Am: Amidinas

En el estudio se observó que cada rancho presenta una problemática individual, y el problema de la resistencia está determinado por factores de riesgo que existen en cada rancho.

Entre los factores de riesgo que favorecen la resistencia de garrapatas *B. microplus* a los garrapaticidas se encuentran:

- Número de tratamientos: más de 6 veces al año.
- Población animal: más de 50 animales por rancho.
- Uso de garrapaticida: Cuando se usa el mismo producto por más de dos años.

VI. SUGERENCIAS AL PRODUCTOR PARA CONTROLAR LA RESISTENCIA DE LAS GARRAPATAS A LOS GARRAPATICIDAS.

Debido al alto costo en el control de las garrapatas, a la existencia de garrapatas resistentes a los garrapaticidas y a la necesidad de preservar la vida útil de los productos químicos disponibles, es necesario seguir las siguientes recomendaciones:

- Usar los garrapaticidas adecuadamente siguiendo las recomendaciones de uso del fabricante.
- Conocer la situación propia sobre la resistencia de las garrapatas en cada rancho, ya que esta se desarrolla en función del manejo individual del rancho.
- Realizar el diagnóstico de resistencia por lo menos una vez al año.
- Elegir el producto garrapaticida en función de los resultados de laboratorio.
- Rotar los productos químicos de acuerdo a la situación de cada rancho (previo análisis de la resistencia en el laboratorio). La rotación se debe de dar considerando el principio activo y no el nombre comercial con asesoramiento de un profesional.

Ejemplos reales del manejo apropiado de los garrapaticidas en ranchos donde se detectaron casos de resistencia:

Rancho 1. El diagnóstico de laboratorio, indica que en este rancho existen garrapatas resistentes a los productos Organofosforados.

Recomendaciones para el rancho 1: utilizar algún producto de la familia de los Piretroides autorizado por la SAGARPA y después de un año de usar cualquiera de estos productos, cambiar a las Amidinas.

Realizar el diagnóstico de resistencia cada seis meses.

Rancho 2. El diagnóstico del laboratorio indica que, en este rancho, hay garrapatas resistentes a todos los productos de las familias Organofosforados y Piretroides.

Recomendaciones para el rancho 2: utilizar amitraz y utilizar endectocidas o la vacuna GAVAC[®] para reducir el número de tratamientos.

Realizar el diagnóstico cada año.

Rancho 3. El diagnóstico de laboratorio, indica que en este rancho existen garrapatas resistentes a los productos Piretroides y amitraz.

Recomendaciones para el rancho 3: utilizar algún producto de la familia de los Organofosforados. Realizar el diagnóstico de resistencia cada año.

BIBLIOGRAFÍA.

Cen-Aguilar, A.J.; Rodríguez-Vivas, V.R; Domínguez, A.J; Wagner, G. (1998). Studies on the effect on infection by *Babesia* sp on oviposition of *Boophilus microplus* engorged females naturally infected in the mexican tropics. *Veterinary Parasitology*. 78: 253-257.

FAO (2003). Resistencia a los antiparasitarios, estado actual con énfasis en América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Estudio FAO producción y sanidad animal. 157. Roma, Italia.

Fragoso, S.H.; Hoshman Rad, P.; Ortiz, M.; Rodríguez, M.; Redondo, M.; Herrera, L.; De la Fuente, J. (1998). Protection against *Boophilus annulatus* infestation in cattle vaccinated with the *B microplus* Bm86 containing vaccine GAVAC. Vaccine. 16: 1990-1992.

Fernandez-Ruvalcaba, M., Cruz-Vazquez, C., Solano-Vergara, J., Garcia-Vazquez, Z. (1999). Anti-tick effects of *Stylosanthes humilis* and *Stylosanthes hammata* on plots experimentally infested with *Boophilus microplus* larvae in Morelos, Mexico. Experimental and Applied Acarology. 23: 171-175.

Jonsson, N.N. (1997). Control of cattle ticks (*Boophilus microplus*) on Queensland dairy farms. Australian Veterinary Journal. 75(11): 882-886.

Rodríguez-Vivas, R.I.; Quiñones, A.F.; Fragoso, S.H. (2005). Epidemiología y control de la garrapata *Boophilus microplus* en el ganado bovino. En: Rodríguez, V.R.I. Enfermedades de importancia económica en producción animal. McGraw-Hill-UADY. México, D.F. pp. 571-592.

Rodríguez-Vivas, R.I.; Alonso-Díaz, M.A.; Rodríguez-Arevalo, F.; Fragoso-Sanchez, H.; Santamaria, V.M.; Rosario-Cruz, R. (2006). Prevalence and potential risk factors for organophosphate and pyrethroid resistance in *Boophilus microplus* ticks on cattle ranches from the state of Yucatan, Mexico. Veterinary Parasitology. 136: 335-442.

Rodríguez-Vivas, R.I.; Rodríguez-Arevalo, F.; Alonso-Díaz, M.A.; Fragoso-Sanchez,

H.; Santamaria, V.M.; Rosario-Cruz, R. (2006). Amitraz resistance in *Boophilus microplus* ticks in cattle farms from the state of Yucatan, Mexico: prevalence and potential risk factors. Preventive Veterinary Medicine. 75: 280-286.

Santamaría, V.M; Soberanes, C.N; Ortiz, N.A; Fragoso, S.H; Osorio, M.J; Martínez, I.F; Franco, B.R; Delabre, V.G; Quezada, D.R; Giles, H.I; Ortiz, E.M. (1999). Análisis de la situación actual mediante el monitoreo de susceptibilidad a ixodíidas en *Boophilus microplus* de 1993 a 1999 y medidas preventivas para retardar la resistencia al Amitraz en México. IV Seminario Internacional de Parasitología Animal: Control de la resistencia en garrapatas y moscas de importancia veterinaria y enfermedades que transmiten. pp. 103-117.