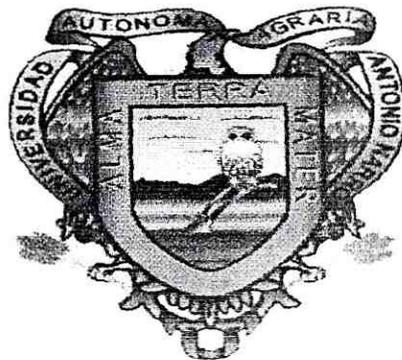


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



EVALUACIÓN BIOLÓGICA DEL NEEM (AZADIRACHTA indica) MEDIANTE ENSAYOS DE LABORATORIO EN LA MODALIDAD DE INMERSIÓN DE HEMBRAS REPLETAS EN CUATRO CEPAS DE *Boophilus microplus*.

POR:

JOSÉ LUIS ZARAGOZA FLORES

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO
DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TORREÓN, COAHUILA MÉXICO
MAYO DE 2003

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
" ANTONIO NARRO "**
UNIDAD LAGUNA

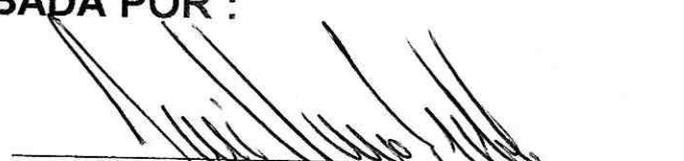
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

**TESIS DEL C. JOSÉ LUIS ZARAGOZA FLORES QUE SOMETE A
CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORES COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE :**

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR :

ASESOR PRINCIPAL



ING. JOSÉ ALONSO ESCOBEDO

ASESOR



MVZ. ERNESTO MARTINEZ ARANDA

ASESOR



MVZ. JOSÉ LUIS ECO SANDOVAL ELIAS


MVZ. ERNESTO MARTÍNEZ ARANDA
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL.



Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal

UAAAN - UL

TORREON COAHUILA MÉXICO
MAYO DE 2003

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

**TESIS DEL C. JOSÉ LUIS ZARAGOZA FLORES QUE SOMETE
A CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORES COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL



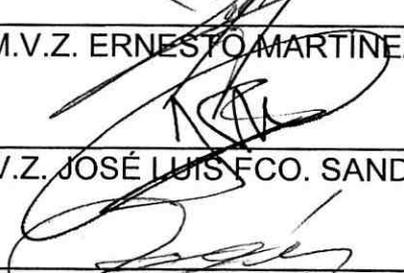
ING. JOSÉ ALONSO ESCOBEDO

VOCAL



M.V.Z. ERNESTO MARTÍNEZ ARANDA

VOCAL



M.V.Z. JOSÉ LUIS FCO. SANDOVAL ELÍAS

VOCAL SUPLENTE



M.V.Z. CARLOS RAMÍREZ FERNÁNDEZ



**M. V. Z. ERNESTO MARTÍNEZ ARANDA
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.
MAYO DE 2003.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS por darme la oportunidad de haber terminado mis estudios.

Al Dr. Francisco Martínez Ibáñez, por apoyarme bastante y haberme tenido la confianza muchas gracias.

Al Dr. Salvador Neri, por darme la oportunidad de realizar el estudio en las instalaciones del CENAPA muchas gracias por su colaboración.

Al Ing. José Alonso Escobedo, por tenerme paciencia y todo el apoyo brindado en para la realización del estudio.

Al Dr. Ernesto Martínez, por su valiosa colaboración en la revisión de la tesis.

Al Dr. Carlos Ramírez, por su valiosa colaboración en la revisión de la tesis.

Al Dr. Francisco Sandoval, por su valiosa colaboración en la revisión de la tesis.

A David Lievanos Morales, por ayudarme bastante para la impresión de la tesis, muchas gracias paisano.

A Valente Martínez, por su apoyo brindado en todo momento muchas gracias.

A Eliseo por la convivencia y la amistad que me brindaron en su casa.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES

DIEGO ZARAGOZA FRANCO
MARIELENA FLORES CASTREJON

Gracias por haberme apoyado en todo momento de mi carrera, dándome la confianza que fue muy benéfica en todo momento de mi vida. Por el esfuerzo que realizaron para darme la oportunidad de estudiar muchas gracias.

A MIS HERMANOS

Eva, Sofía, Judith, María Elena, Diego y Nelly, por sus consejos, apoyo, cariño y comprensión que me ayudaron a terminar mis estudios como profesionista.

A MIS ABUELOS

JOAQUÍN CASTRÉJON (Descanse en paz)
GUDELIA FLORES

Por su confianza y apoyo que siempre me han brindado.

A ISABEL SALAS MARTÍNEZ

Muchas gracias por darme la oportunidad de haberte conocido, el apoyo y confianza que me diste, cuenta con un amigo.

RESUMEN

Entre los problemas a los que se ha enfrentado el combate químico de las garrapatas es el desarrollo de la resistencia a lo ixodicidas.

En México a partir del momento realizado en la década de los 80's en investigaciones realizadas en campo y en laboratorio mediante la técnica de dosis discriminante de organofosforados y organoclorados, se obtuvieron cepas resistentes.

El presente trabajo se realizó como una alternativa para el control de garrapatas *B. microplus*, bajo la técnica de inmersión de hembras repletas, lo cual se llevo en su totalidad en los laboratorios del Centro Nacional de Parasitología "CENAPA", en Jiutepec, Morelos.

Se utilizó el Análisis Probit como metodología estadística para desafiar a las diferentes concentraciones de neem contra garrapatas hembras repletas *B. microplus*. Los parámetros evaluados fueron I.O, Eclosión y Control.

Los resultados obtenidos fueron muy variables de acuerdo a las concentraciones utilizadas, lo que indicó que el porcentaje más alto fue a la concentración del 10% con la cepa *B. microplus* "Susceptible" muy por debajo de lo establecido en la NOM-006-ZOO-1993.

INDICE DE CUADROS

		Página
Cuadro 1.1	Pérdidas económicas causadas por la garrapata del ganado (Sprigell, 1983).....	15
Cuadro 2.1	Boophilus microplus tratadas con NEEM al 2% a diferentes concentraciones.....	70
Cuadro 3.1	Boophilus microplus tratadas con NEEM al 10% a diferentes concentraciones.....	71

INDICE DE GRAFICAS

	Página
1.1. GRAFICAS DE TRES CEPAS DE GARRAPATAS <i>Boophilus microplus</i> TRATADAS CON NEEM AL 2%.....	73
2.1 GRAFICAS DE TRES CEPAS DE GARRAPATAS <i>Boophilus microplus</i> TRATADAS CON NEEM AL 10 %.....	74

INDICE DE IMAGENES

	Página
1.1 Garrapatas <i>Boophilus spp.</i> Hembra y Macho.....	75
2.1 Infestaderos donde se llevó acabo registro el del bovino, cepa de garrapata con la que se infestó y fecha de infestación.....	76
3.1 Bovino infestado con cepa B.m. "tuxpan", el cual fue utilizado para los ensayos de aplicación Neem, esta fase se llevó acabo en los infestaderos del CENAPA.....	77
4.1 Colecta de garrapatas hembras repletas para la utilización de los Probit que se realizaron en su totalidad en los laboratorios del CENAPA.....	78
5.1 Selección del material (garrapatas repletas).....	79
6.1 Diluciones del insecticida botánico neem para el tratamiento de hembras repleats de <i>B. microplus</i> en laboratorio.....	80
7.1 Inmersión de garrapatas repletas de <i>B. microplus</i> en diversas concentraciones de neem.....	81

IX

8.1	Incubación de garrapatas repletas y huevecillos de <i>B. microplus</i> bajo condiciones de laboratorio a 27 C° y humedad de 80 %	82
9.1	Ciclo Biológico de la Garrapata <i>B. microplus</i>	83

INDICE DE CONTENIDO

	Página
AGRADECIMIENTOS.....	III
DEDICATORIAS.....	IV
RESUMEN.....	V
INDICE DE CUADROS.....	VI
INDICE DE GRAFICAS.....	VII
INDICE DE IMAGENES.....	VIII
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo.....	2
1.2 Objetivos Específicos.....	3
1.3 Hipótesis.....	3
1.4 Justificación.....	3
II REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1 Importancia Médico Veterinario de las Garrapatas.....	4
2.2 Clasificación Taxonómica de las Garrapatas <i>Boophilus. ssp.</i>	7
2.3 Garrapatas de Mayor Importancia.....	9
2.4 Ciclo Biológico de la Garrapatas.....	9
2.4.1 Fase de Vida Libre.....	10
2.4.2 Fase de Vida Parasitaria.....	11
2.5 Distribución Geográfica del Genero <i>Boophilus</i>	13

2.6	Perdidas Económicas.....	15
2.7	Enfermedades Transmitidas por Garrapatas.....	19
2.7.1	Piroplasmosis o Babesias.....	21
2.7.2	Anaplasmosis	23
2.8	Resistencia a los Insecticidas.....	25
2.9	Métodos Químicos para el Control de las Garrapatas.....	28
2.9.1	Arsenicales.....	30
2.9.2	Organoclorados.....	31
2.9.3	Organofosforados.....	32
2.9.4	Amidinas.....	34
2.9.5	Piretroides.....	35
2.9.6	Fenilpirazolonas.....	38
2.9.7	Avermectinas.....	38
2.10	Necesidad del control de la garrapata.....	40
2.11	Otros Métodos de control de la garrapatas.....	40
2.12	Estrategias de control.....	40
III. METODOS BIOLÓGICOS PARA EL CONTROL DE GARRAPATAS...		42
3.1	Antecedentes de uso de Insecticidas de Origen Botánico.....	43
3.2	Historia.....	43
3.3	Taxonomía del Nim.....	44
3.4	Descripción Botánica.....	44
3.5	Requerimientos Edáficos y Climáticos.....	45
3.6	Características de la Semilla de Nim.....	46
3.7	Siembra y Desarrollo de la Planta.....	47
3.8	Cosecha y Rendimiento.....	48

3.9	Como Actúan los Insecticidas de Origen Botánico.....	48
3.10	Inhibidores de la Alimentación.....	49
3.11	Ventajas y Desventajas de los Insecticidas Vegetales.....	50
3.11.1	Ventajas.....	50
3.11.2	Desventajas.....	50
3.12.	Si es Natural no es Venenoso.....	51
3.13.	Insecticidas Sintéticos.....	51
3.14	Estructura Química Azadiractina.....	52
3.15	Resistencia.....	53
3.16	Usos del Nim.....	54
3.16.1	Medicinal.....	56
3.16.2	Veterinario.....	56
3.16.3	Forestal y de Arborización.....	57
3.17	Perspectivas Futuras.....	57
IV.	MATERIALES Y METODOS.....	59
4.1	Requisitos de efectividad biológica.....	59
4.2	Bioensayos con concentraciones múltiples.....	60
4.2.1	Inmersión de hembras repletas a la concentración recomendada....	60
4.3	Evaluación Biológica.....	61
4.3.1	Pruebas de Laboratorio.....	61
4.3.2	Selección del Material Biológico.....	61
4.3.3	Preparación de Compuestos.....	62
4.3.4	Tratamiento.....	62
4.3.5	Incubación.....	63
4.4	Análisis de resultados.....	63

V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	66
VI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	68
VII.	LITERATURA CITADA.....	84

I. INTRODUCCIÓN

Los ácaros más importantes desde el punto de vista médico y veterinario son sin duda alguna, las garrapatas, no solo por su condición de parásitos obligados, sino por las graves consecuencias que este parásito acarrea consigo (Hoffmann, 2000).

Las garrapatas tradicionalmente se han considerado como unos organismos conservadores porque a pesar de su antigüedad se piensa que aparecieron hace unos doscientos millones de años, a finales del paleozoico presentan una morfología y biología muy uniformes, sin apenas desviaciones respecto al modelo que se estableció en las formas ancestrales de las que derivan (Cordero y Rojo, 1999).

Uno de los factores sanitarios que más afectan el desarrollo y la productividad del ganado en las distintas regiones de nuestro país, son las parasitosis destacando las producidas por garrapatas principalmente *Boophilus microplus*, cuya diversidad y abundancia dadas las condiciones ecológicas de México, conforman un mosaico parasitario de extraordinaria complejidad (Woodam *et al.*, 1983).

La industria pecuaria nacional se enfrenta a numerosos problemas ya que los daños producidos por este ectoparásito son cuantiosos y se traducen en pérdidas de kilogramos de carne, baja producción de leche, deterioro de las pieles y transmisión de enfermedades. Se estima que de las 33.83 millones de cabezas que conformaron el censo ganadero nacional para 1987, más de 24 millones (71.30%) sufrieron infestaciones por *Boophilus spp.* Con una media anualizada de 18.3 garrapatas por bovino. Con relación al género *Amblyomma* casi 19 millones

de bovinos se vieron afectados por infestaciones simples o mixtas, estimándose un valor promedio diario de 3.25 garrapatas día / año (Morales, 1981).

México habría perdido, sólo en producción de carne, aproximadamente 617, 500, 000 dólares entre 1975 y 1981 (Woodham *et al.*, 1983)

Se han invertido millones de dólares en campañas contra la garrapata, se han aplicado infinidad de garrapaticidas y otros mecanismos de control y el problema sigue en pie, continuamente aparecen formas resistentes a las diferentes sustancias químicas y su tasa de crecimiento es tan grande que, a pesar del alto grado de mortalidad que presentan aquellas, siempre logra sobrevivir un porcentaje lo bastante alto para mantener la especie. Los daños más notorios y graves son desde luego los que originan en el ganado de muchos países. En México, desde hace años, lesiona severamente la economía del país, calculándose las pérdidas en unos 300 millones de dólares anuales; tan solo en 1983, se dejaron de producir más de 54,000 toneladas de carne. El problema ha sido tan grave que en 1975 se formó el Fideicomiso Campaña Nacional Contra la Garrapata, con el fin de abatir y de ser posible exterminar sus poblaciones. La campaña se hizo a base de productos químicos y a pesar de que los 13,131 baños garrapaticidas que existían en 1975 aumentaron a 35,360 en 1983 año en que se disolvió dicho fideicomiso (Hoffman, 2000).

1.1. Objetivo

- Evaluar la efectividad biológica del Neem (*Azadiractin*) con cuatro cepas de garrapatas *Boophilus microplus* mediante la técnica de inmersión de hembras repletas en el laboratorio.

1.2. Objetivos Específicos

- Determinar el efecto sobre la inhibición de la oviposición en los diferentes tratamientos.
- Evaluar el porcentaje de control con Neem sobre las diferentes cepas de garrapatas hembras repletas.

1.3. Hipótesis

- Mediante la utilización de diversas concentraciones del Neem por inmersión de hembras repletas de *Boophilus microplus* es factible obtener un control de este ectoparásito del ganado bovino.

1.4. Justificación

La garrapata *Boophilus microplus* es un ectoparásito que en México no se ha controlado adecuadamente, por el contrario la frecuencia de casos de resistencia tienden a aumentar, ocasionando pérdidas económicas durante la producción de leche y carne así como por la transmisión de hemoparásitos principalmente entre los que destaca la Babesiosis.

El método de control de la garrapata común del ganado bovino *Boophilus microplus* que hasta la fecha a dado mejores resultados es la aplicación de

ixodicidas químicos sobre el cuerpo del animal. La aparición de resistencia a éstos productos para el control de la garrapata es probablemente el factor más desfavorable para el uso de tales plaguicidas, ya que pueden tornarse parcial o totalmente ineficientes en el control del ácaro.

Una serie de alternativas para su control han sido útiles como el uso de atrayentes, químico esterilizantes, híbridos estériles, hormonas, aplicación de químicos en pasto, modificación del hábitat, utilización de métodos biológicos e introducción de animales resistentes.

En México existen pocos estudios que se han desarrollado como alternativas de control biológico para combatir infestaciones de garrapatas por lo cual el presente estudio plantea la utilización del extracto del Neem (*Azadiractin*) como un método de control no químico de garrapatas *Boophilus microplus* y formar parte de un programa de control sistemático o estratégico para abatir infestaciones del ectoparásito en zonas donde las infestaciones son endémicas.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Importancia Médico Veterinario de las Garrapatas

Las pérdidas producidas por las garrapatas se deben a la acción mecánica, expoliatriz, tóxica y también a que son transmisoras de enfermedades entre las que se encuentran la Anaplasmosis y Piroplasmosis o Babesiosis, que en el caso de *Boophilus annulatus* se conoce como el vector de *Babesia bigemina* y *Boophilus. microplus* es vector potencial de *Babesia bigemina*, *B. bovis*, *B. berbera*

y *Anaplasma marginale* en los bovinos y de *B. ovis*, en ovejas, además de que debido a que disminuyen las defensas inmunológicas del hospedero. Las garrapatas se alimentan de la sangre del bovino a través de la herida que hacen en la piel, por un periodo que va de 19 a 22 días aproximadamente, dependiendo de la zona ecológica en particular. Además, debe de considerarse que las garrapatas son responsables de las heridas en la piel cuyo proceso de cicatrización generalmente se ve alterado por infecciones por gérmenes piógenos y que son sitios de predilección para las moscas productoras de miasis (Neri, 2000).

B. microplus transmite varias enfermedades conocidas colectivamente como la " fiebre de la garrapata ". Estas enfermedades incluye la babesiosis (causada por el apicomplexans *Babesia bovis* y *B. bigemina*) y Anaplasmosis (causada por la rickettsia *Anaplasma marginale*) ([http. /](http://)).(B)

Las garrapatas representan un factor negativo en la economía porque actúan como transmisoras de enfermedades al hombre y a sus animales domésticos. En este aspecto representan a grupos de artrópodos que mayor número de enfermedades propagan, principalmente en países tropicales y áreas templadas. Las garrapatas son parásitos chupadores de sangre que la succionan utilizando sus piezas bucales. En el caso de los bovinos adultos altamente infestados pueden perder en el transcurso de un año hasta 90 litros de sangre lo que equivale a una pérdida diaria de 250 ml. Además en infestaciones severas el ganado puede haber mortalidad hasta de un 90% (Landeros *et al.*, 1999).

La (FAO) Organizaciones de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura estima que en los países desarrollados, los cuales tienen suficientes servicios médico-veterinarios el daño ocasionado por garrapatas fluctúa entre un

10 y un 20% del valor de la producción, mientras que en países como el nuestro, las pérdidas son entre el 30 y 40% (FCNCG) Fideicomisos de la Campaña Nacional contra la Garrapata (Manual del Inspector, S. A. R. H.).

Las pérdidas ocasionadas en especial por las garrapatas *Boophilus* en sus dos especies, las podemos comprender en los siguientes aspectos:

- a) Pérdidas en carne: Hasta en un 20% en infestaciones altas
 - b) Disminución de la producción láctea en un 16%
 - c) Costo de acaricidas en un 11%
 - d) Muertes por incremento de susceptibilidad a otras enfermedades, un 9%
 - e) Pérdidas de pieles 5%
 - f) Incremento de pérdidas por parasitosis internas en un 5%
 - g) Costo de la mano de obra de los tratamientos 36%
- (González y García, 1992).

Las garrapatas son de importancia para el hombre y sus animales por 2 razones: Todas son parásitos y muchas son importantes transmisores de enfermedades tanto del hombre como de animales. Las garrapatas son las más importantes vectores de una variedad de agentes de enfermedades para los animales domésticos y son segundos después de los mosquitos como transmisores de enfermedades del hombre. Las garrapatas albergan protozoarios, virus, bacterias, rickettsias, toxinas y transmiten estos organismos al hombre y animales. Las garrapatas son capaces de sobrevivir a condiciones adversas y transmiten enfermedades por un número de razones, tienen una fuerte protectiva cubierta quitinosa, pueden permanecer largos períodos sin tomar alimento, tiene un amplio rango de hospederos, depositan gran número de huevos y son relativamente libres de enemigos naturales(Stricklad, 1976).

2.2. Clasificación Taxonómica de la Garrapata *Boophilus spp*

Phylum:	Arthropoda
Clase:	Arácnida
Orden:	Acarina
Suborden:	Ixodoidea
Familia:	Ixodidae
Género:	Boophilus
Especie:	microplus (Durán, 2001).

Las garrapatas son parásitos bien adaptados, chupadores de sangre que pertenecen a la misma rama del reino animal que los insectos, crustáceos y ciempiés. Esta rama se conoce como Phylum Arthropoda. En América se han identificado 77 géneros de Ixodidae, con 122 especies reportadas. Una de sus principales características es que sus esqueletos forman una cubierta dura sobre sus cuerpos segmentados. Dentro de este phylum se encuentran la clase arácnida, que alberga a los parientes más cercanos de las garrapatas como son las arañas, escorpiones y ácaros, los cuales en su estado adulto poseen cuatro pares de patas, que se distinguen de los insectos en que solo presentan tres pares de patas (Cooper, 1970).

Las Garrapatas se dividen en dos grandes Familias: Familia Ixodidae y Familia Argasidae.

La familia IXODIDAE: está compuesta por las garrapatas duras o verdaderas, cuenta con 14 géneros y 637 especies en todo el mundo. En México se han

identificado 77 especies de garrapatas: Ixodidae con 7 géneros y 52 especies (Neri, 2001).

Las cuales representan un serio problema en el mundo entero ya que su distribución es cosmopolita y las encontramos en casi toda la faz de la tierra (Manual del Inspector, S. A. R. H.).

Los estados alimenticios particularmente en los estados de ninfa y hembra adulta toman abundante comida y aumentan de tamaño dramáticamente (Cooper, 1970).

En México se les han dado diversos nombres comunes, como conchudas, plateadas, tostoneras, bermejas, chatillas, etc. A las larvas que abundan en los campos y que constituyen plagas muy molestas para el hombre y los animales, se les conoce como pinolillo o mostacilla (Hoffmann, 2000; Fischer, 1997).

La familia ARGASIDAE o falsas garrapatas o garrapatas blandas también tienen una distribución mundial pero representan menor problema en el aspecto económico ganadero pero no por esto debemos de perder de vista a esta familia ya que en un momento dado puede revestir un problema de carácter bastante serio que tenga repercusiones económicas. Se les conoce como garrapatas blandas por estar desprovistas de una lámina o scutum dorsal duro, se alimentan en una forma moderada pero con frecuencia (Manual del Inspector, S. A. R. H.).

2.3. Garrapatas de Mayor Importancia

Las garrapatas figuran como uno de los ectoparásitos de mayor importancia económica a escala mundial, por las mermas que ocasionan en la producción de ganado bovino, caprino, lanar y equino (Manual Bayer, 2000).

Entre las garrapatas más importantes podemos mencionar las siguientes: La garrapata de la estrella solitaria *Amblyomma americanum* (Linnaeus); La garrapata de la costa del golfo *Amblyoma maculatum* (Koch); La garrapata del invierno, *Dermacentor albipictus* (Packard); La garrapata de la oreja, *Otobius megnini* (Duges); La garrapata de patas negras, *Ixodes scapularis* (Say); La garrapata americana del perro, *Dermacentor variabilis* (Say); La garrapata cayenne, *Amblyoma cajennense* (Fabricius); La garrapata del ganado bovino, *Boophilus annulatus* (Say); La garrapata meridional del ganado, *Boophilus microplus* (canestrini) (Plice et al.,____).

2.4. Ciclo Biológico de la Garrapata

En las garrapatas existen tres tipos de ciclos biológicos de acuerdo al número de hospederos que utiliza para completar su ciclo. En el caso de la garrapata *B. microplus*, el ciclo biológico es de un solo hospedero y se divide en dos fases, una fase de vida libre y una fase parasitaria (Durán, 2001).

Las Garrapatas de un huésped son aquéllas en las que ambas mudas tienen lugar en el animal huésped, de modo que la garrapata nunca deja al huésped desde su fijación como larva, hasta su desprendimiento como hembra repleta. Todas las

garrapatas pertenecientes al género *Boophilus* tienen esta clase de ciclo (Cooper, 1970).

Cada hembra puede ovipositar de 3,424 – 3,474 huevos los cuales son incubados y en un tiempo de 17 a 202 días eclosionan dando origen a las larvas infestantes, pueden producir de 2 a 4 generaciones por año (Martínez, 2001).

2.4.1. Fase de Vida Libre. Una vez que la hembra ovígera madura se desprende del hospedero cayendo al suelo, comienza el ciclo de vida libre, buscando lugares sombríos y protegidos para ovipositar en un lapso de 2-4 días. Le sigue un período que se extiende desde que oviposita el primer huevo hasta que oviposita el último, influyendo los factores ambientales, y va desde 13 - 15 días en verano y 35 - 45 días en invierno. La hembra de *B. microplus* oviposita un promedio de 2,000 huevos, muriendo posterior a la oviposición. Una vez depositados en el medio, los huevos miden 550 de largo por 400 micras de ancho, son de color marrón oscuro, superficie brillante y pegajosa, cubierta por una sustancia de aspecto albuminoide. Durante la primera mitad del período de incubación se pueden observar pocos detalles en el embrión, en la segunda mitad, se observan canales excretores y los tres pares de patas. En este período los factores ambientales son decisivos, para que un mayor número de huevos individuales eclosionen (Durán, 2001).

La eclosión es la salida de la larva del huevo y en condiciones normales de temperatura de 20-24°C y humedad relativa de 80% la eclosión ocurre aproximadamente a los 15 días de terminada la oviposición, variando también de acuerdo a la época del año y a las condiciones ambientales. Tratándose de ejemplares normales, sin alteraciones morfológicas visibles y que no hayan sufrido el manejo, ni estén infectados por algún tratamiento ixodicida o por el excesivo

calor y luz solar, los porcentajes de eclosión son muy altos superando el 80% (Durán, 2001).

La larva es de color ámbar, luego se oscurece, el escudo dorsal cubre dos tercios de longitud del total del cuerpo, son visibles los ciegos intestinales levemente opacos los cuales se encuentran vacíos, ventralmente es evidente la vesícula excretora con cristales de guanina. Poco después de la eclosión las larvas trepan al pasto al extremo de las hojas, evitando la luz solar. Al detectar el movimiento de los animales se apoyan en los dos pares de patas posteriores y extienden el anterior tratando de prenderse al posible hospedero. Esta fase puede durar en condiciones naturales hasta 286 días (Durán, 2001).

2.4.2. Fase de Vida Parasitaria. Una vez que la larva logra subirse al bovino, comienza la fase de vida parasitaria, con una duración promedio de 21 días. En la etapa larval, se caracteriza por poseer tres pares de patas e hilera dentaria doble en el hipostoma, se fija en zonas de piel blanda y con rica vascularización, tales como la entropierna, zona perineal, papada, cuello y borde anterior de las orejas. La larva después del contacto con el hospedero perfora su piel con los quelíceros, fija el hipostoma y comienza a alimentarse. Se observa un considerable aumento del volumen del cuerpo y el movimiento de patas. Posteriormente los movimientos de las patas se van haciendo más lentos disminuyendo gradualmente, sólo hay movimientos a nivel de la articulación coxofemoral y peristálticos, su color se torna rojo amarillento tendiendo al blancuzco, para convertirse en metalarva o etapa de muda (Durán, 2001).

Durante las primeras horas del estado de metalarva, se observa debajo de la cutícula la nueva forma que emergerá y se fijará nuevamente, en la piel del huésped: se trata de la ninfa que surgirá tras la ruptura de la parte posterior del

tegumento, cuyos restos (exubia) quedan prendidos a la epidermis. La ninfa no suele trasladarse lejos y, por lo general, casi al lado de su anterior ubicación vuelve a fijarse al huésped y rápidamente comienza a ingurgitar, gradualmente, las patas comienzan a perder movilidad. Una característica clara de la ninfa son los cuatro pares de patas y la triple hilera dentaria doble del hipostoma, en esta etapa se alimenta, se repleta y se produce una segunda muda. En la etapa adulta las características morfológicas más sobresalientes son cuatro pares de patas y cuádruple doble hilera dentaria en el hipostoma. Una vez que la ninfa se inmoviliza, se convierte en metaninfa, al abrirse longitudinalmente el tegumento de las metaninfas de menor tamaño y color más oscuro, emergen los machos los cuales son de menor tamaño y más oscuro, de color marrón grisáceo con una longitud de 2- 2.5 mm, ocho patas relativamente fuertes, ventralmente se visualiza el orificio genital, en la parte posterior del cuerpo se observa el ano o nefrostoma, en la parte ventral caudal se localiza el espolón quitinoso; se alimenta y aprovecha su movilidad para buscar una hembra y fecundarla (Durán, 2001).

De las metaninfas de mayor tamaño y peso, por lo general el 50% de la población eclosionan hembras, las cuales no se desplazan demasiado, prendiéndose nuevamente al huésped muy cerca del lugar donde se encontraba la metaninfa que le dió origen, presentan un dimorfismo sexual marcado morfológicamente, es más grande que el macho, su tamaño esta influido por su grado de repleción, su cuerpo es de forma oval, su escudo es más largo que ancho. En la vista ventral presenta los surcos genitales y el postanal. Los apéndices locomotores son largos y la apertura genital se localiza entre las segundas coxas. Ya completamente ingurgitada, y fecundada la hembra esta preparada para desprenderse del bovino y comenzar nuevamente su ciclo (Durán, 2001).

2.5. Distribución Geográfica del Género *Boophilus*

La distribución de las garrapatas del ganado bovino *Boophilus microplus* y *Boophilus annulatus* en América comprende desde la frontera de los Estados Unidos y México, hasta la parte norte de Argentina siendo abundante en las regiones tropicales bajas y en el ganado de raza europea, se afirma que más del 75 % de la población bovina mundial es atacada por el parasitismo de garrapatas. Ocupan gran extensión en la República Mexicana sobreponiéndose en la región Centro-Sur. Con respecto a *B. microplus* se le encuentra con mayor frecuencia y abundancia en las zonas tropicales bajas donde coexiste con *Amblyomma cajennense* (temperatura y humedad altas), *B. annulatus* soporta menor humedad y temperatura (Neri, 2001).

La ubicación geográfica de nuestro país en el continente americano ofrece un conjunto de condiciones ecológicas que favorecen el desarrollo de la producción en el sector Agropecuario. Siendo la actividad ganadera la que ocupa un lugar importante dentro de la Economía Nacional, sin embargo las condiciones medioambientales en varias regiones de nuestro territorio favorecen el desarrollo de problemas relacionados con la Sanidad Animal ocasionados por muchos parásitos tanto externos como internos(Woodam *et al* 1983; Díaz, 1983).

La garrapata del género *Boophilus* spp. Es uno de los principales parásitos que afectan a los animales en ciertas zonas por causas propias de la región (problema enzootico de las zonas tropicales de nuestro país). En los estados de Baja California y Coahuila, se mantuvieron los programas operativos a fin de erradicar la garrapata mediante tratamientos específicos y el control estricto de la movilización del ganado, permitiendo con estas acciones la exportación de ganado en pie libre de garrapata. En la actualidad los estados que se mantienen libres de

la garrapata *Boophilus spp.* Son : Sonora, Aguascalientes, Tlaxcala y el Distrito Federal (CONASAG, 2000).

A principios de los años 1900 la garrapata *Boophilus annulatus* (Say), garrapata de la fiebre del ganado, estuvo ampliamente distribuida en todo el sureste de Estados Unidos. Esta especie además de estar en América también se encuentra en África Central y Oeste, y en el Sudán. En México *B. annulatus* tiene una distribución geográfica en los Estados de: Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Nuevo León, Querétaro, S.L.P, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas y Zacatecas. Se cree que esta especie de garrapata es aparentemente nativa del Mediterráneo, las cercanías del Medio Oriente, Irán, Afganistán, parte norte de África y la región sur de Rusia. El huésped selectivo de *B. annulatus* es el ganado bovino, sin embargo en América se ha reportado en venado, caballo, mula, cabra, búfalo, perro, gato, puede ser un hospedero ocasional, en el Sudán se ha reportado en antílope y asno. *B. microplus* se cree que es originaria de las selvas lluviosas del sur de Asia y se adapta a otros medios ambientales tropicales. Se presenta en el Viejo y Nuevo Mundo siendo reportada en Australia, región oriental de África.(Uganda, África del Sur, Madagascar), América central, Sudamérica y parte de Florida y Texas (Neri, 2001).

La garrapata *B. microplus* fue erradicada de los E. U. A., mediante una campaña que empezó en 1906 y terminó cerca de los 50 años después. Sin embargo la amplia resistencia en México hacia los plaguicidas disponibles para controlar esta garrapata está amenazando la eficacia de los procedimientos actualmente aprobados para descontaminar el ganado importado (Jamroz, *et al* 1999).

B. microplus se ha reportado en los Estados de: Aguascalientes, B.C, B.C.S, Campeche, Chiapas, Chihuahua, Colima, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Edo. De México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Nuevo

León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, S.L.P, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán y Zacatecas (Neri, 2001).

El huésped común de *B. microplus* es el ganado bovino, llegando a infestar también al venado, caballo, oveja, león ocelote, canguro, cerdo, perro y rara vez sobre el hombre (Neri, 2001).

2.6. Pérdidas Económicas

En Australia se realizó una investigación sobre pérdidas económicas de la industria ganadera por la garrapata *B. microplus*, estimando una pérdida de \$8.50 dólares por animal (al cambio de diciembre de 1973). La estimación fue en base a cuestionarios a productores y entrevistas con propietarios de ganado. Al presente el costo total en Australia por pérdidas en la ganadería es de 62 millones de dólares, lo que se explica en la tabla siguiente: Desglose de pérdidas económicas causadas por la garrapata del ganado (Sprigell, 1983).

Cuadro 1.1 Pérdidas económicas causadas por la garrapata del ganado en Australia.

	% de la pérdida total
Incremento en costos laborales	36
Pérdida del ganado	20
Pérdida en producción de leche	16
Costo de acaricidas	11
Pérdidas por muerte	7

Daño a pieles	5
Incremento en pérdida por sequía	5

Mientras que los problemas de garrapata varían considerablemente en las diferentes áreas climáticas, otros factores influyen la carga de garrapatas en un animal. El estrés nutricional da como resultado una mayor carga de garrapatas en ganado europeo (*Bos taurus*). Los machos tienen mayor número de garrapatas que las hembras; Las vacas europeas lactantes también son más fuertemente infestadas que las vacas secas. El ganado cebú (*Bos indicus*) y sus cruces no solo cargan menos garrapatas, sino que la resistencia es también más altamente heredable que en las razas europeas (Sprigell, 1983).

Los primeros estudios sobre pérdidas en producción causadas por garrapata parecían indicar que un promedio de una garrapata madura por día causaba una depresión en el ganado de desarrollo equivalente a por lo menos 450 gramos al año. Las ganancias en peso después de un baño garrapaticida fueron mayores en razas europeas (46%) y no significativas (< 10%) en razas de cebú. La pérdida del apetito en ganado europeo fuertemente infestado por garrapatas fue considerado la responsable del 65% de la reducción en peso corporal. El remanente 35% fue atribuido a la interferencia con el proceso de desarrollo, posiblemente a través de la mediación de una toxina de la garrapata que podría venir en la saliva que es inyectada en el hospedero (Sprigell, 1983).

En México y Australia se ha estimado que la pérdida en producción fluctúa entre el 12 y 20 % de acuerdo con el grado de infestación. Las pérdidas en Australia debido a la presencia de *B. microplus* fueron estimadas en 4 y 5 dólares. En Cuba de acuerdo con Cordoves *et al.*, 1980 las pérdidas estimadas debido a la acción de las garrapatas eran del orden de 8 MDD. Pérdidas de 182 lts de leche,

asimismo, alrededor del 22% de las hembras disminuyeron la presentación de celos y la disminución de la tasa de natalidad en un 20%. Cuando la piel esta llena de cicatrices se desfigura y la superficie aparece granulada reduciendo su valor en alrededor del 10%. Argentina, país que adopta una campaña nacional de erradicación de garrapatas *Boophilus microplus* a través de la cual libera aproximadamente 30 millones de cabezas de un total de 54 millones, las pérdidas económicas derivadas a esta especie de garrapatas superan los 100 MDD anuales (Martínez, 2001).

Especies e impacto económico. Las garrapatas y las enfermedades que transmiten se encuentran ampliamente distribuidas en el mundo, especialmente en países tropicales y sub-tropicales. En 1982 se estimaba que el 80% del ganado bovino a nivel mundial estaba infestado con garrapatas (Anónimo FAO, 1984).

Independientemente de la especie de garrapata, el daño que producen en el huésped es similar. Son responsables de grandes pérdidas atribuibles a la actividad de la garrapata misma, inquietud del ganado, pérdida de sangre, daño a la piel y la inyección de toxinas. Por otro lado, las enfermedades que transmiten ocasionan debilidad o mortalidad (Brown *et al.*, 1990 y Anónimo FAO, 1984).

Las pérdidas que ocasionan tienden a ser menores en ganado nativo que se mantiene bajo condiciones estables en su hábitat, adquiriendo mayor significancia en animales exóticos susceptibles a las enfermedades que este vector transmite, cuando son introducidos a zonas infestadas de garrapata. Las pérdidas económicas atribuibles al vector *B. microplus* se han estimado en 0.7 g de peso vivo/garrapata/año o 7.3 dólares/cabeza/año (Anónimo FAO, 1984).

En México, son tres las especies de mayor importancia para el ganado bovino: *B. microplus*, *B. annulatus* y *Amblyomma cajennense*. La primera de ellas destaca por su distribución (53% del territorio nacional) ubicándose principalmente en el trópico bajo (Solís, 1991).

En esta área se encuentra aproximadamente el 70% del inventario nacional de ganado bovino, de aquí que el impacto sanitario y económico tenga una relación directa con la densidad o grado de infestación de los animales. Es evidente que la importancia económica esta relacionada en forma directamente proporcional al número de garrapatas existentes en un periodo de tiempo sobre el ganado que en determinados casos, disminuyen o anulan la ganancia de peso del ganado afectado, y en infestaciones importantes pueden causar bajas considerables en su rancho. Como es frecuente encontrar en zonas medianamente infestadas varios cientos de miles de parásitos comprendiendo todos los estadios por animal, además de varias especies o géneros involucrados, es fácil deducir que la pérdida de sangre por bovinos puede alcanzar de 40 a 50 Lts en un año, cifra que se puede duplicar si la infestación es intensa (Neri, 2001).

La FAO en 1984, ha señalado que por cada garrapata *B. microplus* que llega a alimentarse completamente en un bovino por año, se dejan de ganar 0.0007 Kg. de peso vivo, es decir 1Kg. Por cada 1400 garrapatas bovino por año. En el caso de *Amblyomma* es de 0.002992 Kg. 1Kg por cada 334 garrapatas que se repletan. En México se calculan perdidas de 30 Kg. de carne por animal / año (Woodham et. al., 1983; Neri, 2001).

Regunega en 1972, publicó una experiencia en la que compara el aumento de peso de 10 vacas infestadas por *B. microplus* con relación a igual número de animales libres del parásito, después de cuatro meses (130 días), los animales

testigo habían ganado 20 Kg. de peso mientras que los animales infestados perdieron entre 4 y 9.5 Kg. Con referencia a la producción de leche, los animales libres de parásitos produjeron 19 a 42% más que los infestados (Neri, 2001).

Beltrán en 1977 refiere una reducción del 44 % en la producción de leche en México, además de que un novillo deja de ganar entre 40 y 50 Kg. de peso durante su vida productiva (Neri, 2001).

En nuestro país se ha considerado una parasitosis promedio de 1,800 garrapatas al año por lo que se estiman pérdidas de 10 a 12 Kg. De carne que se pierden anualmente por animal. En ciertas regiones hay bovinos que llegan a tener hasta 100000 garrapatas lo que significa una pérdida de hasta 80 Kg de carne al año por animal (Información Científica y Tecnológica, 1987).

2.7. Enfermedades Transmitidas por Garrapatas

La infestación de garrapatas constituye una pesadilla tan grande para el ganadero por las pérdidas del ganado vacuno doméstico causadas por estas enfermedades, así como por la misma acción directa de las garrapatas. Con la enfermedad las pérdidas pueden ser repentinas y tangibles, con los cuerpos muertos de los animales como evidencia, mientras que los efectos debilitantes de la infestación de garrapatas, en términos de animales desmedrados y rendimientos más bajos (Cooper, 1970).

La parálisis producida por la garrapata, o toxicosis se diferencia claramente de la fiebre de garrapata, en que la primera, el factor causante es una sustancia tóxica y no es un organismo patógeno (Cooper, 1970).

En general existen dos situaciones en que pueden producirse brotes de enfermedad por garrapatas. La primera debido a la inoportuna exposición de una población totalmente susceptible a la enfermedad, esta situación se presenta en el caso en que las garrapatas se distribuyen en zonas que comúnmente no habitaban ya sea por movimientos de animales infestados o por variaciones climáticas temporalmente favorables en zonas adyacentes a las infestadas por las garrapatas, la segunda es principalmente debido a la actividad enzoótica, lo cual significa que ciertos animales de un rebaño no se infestan con el patógeno hasta un tiempo después de su nacimiento a pesar de haber estado expuestos a las garrapatas, considerándose que se necesita una población bastante grande de garrapatas ya que de ellas solo un pequeño porcentaje tendrán capacidad de transmisión (Anónimo, 1963).

Las garrapatas son causantes de la transmisión de un gran número de enfermedades a humanos y animales domésticos. Existen dos enfermedades hemotrópicas bovinas que son motivo de preocupación inmediata en América: la piroplasmosis o babesiasis y la anaplasmosis bovina . La primera causada por *Babesia bovis* (Haemosporidia, Babessidae) y *Babesia bigemina* (Haemosporidia, Babessidae) es transmitida por la garrapata *Boophilus spp.* La segunda es producida por rickettsias que habitan en los eritrocitos: *Anaplasma marginale* y *Anaplasma centrale*, parásitos del ganado vacuno (NOM-019-ZOO-1994).

2.7.1. Piroplasmosis o Babesiosis

La babesiosis es una enfermedad transmitida por garrapatas del género *Boophilus spp.* En el ganado bovino, se manifiesta por anemia, hemoglobinuria y la presencia de eritrocitos infectados del hospedero. Babes en 1888 fue el primero en descubrir el parásito en la sangre en ganado de África que presentaba hemoglobinuria. El trabajo clásico de Smith y Kilborne (1893) en EU se realizaba al mismo tiempo significando el comienzo científico de la Babesiosis, en esta forma demostró que la garrapata era el vector de *Babesia bigemina*, una de varias especies de *Babesia*. La enfermedad también es denominada Fiebre de Texas (Seminario Internacional de Parasitología, 1986).

En México, la babesiosis bovina impacta la economía pecuaria a diferentes niveles. Estos van desde impedimentos para la importación de ganado genéticamente superior al nativo en regiones tropicales, mermas en los niveles de producción de carne y leche, incremento en los costos de producción por tratamientos y pérdidas económicas por mortalidad (OIE, 1982).

Existen evidencias de que las especies de Babesias en el ganado bovino son seis: *B. bovis*, *B. bigemina*, *B. divergens*, *B. major*, *B. ovata* y *B. jakimovi* (Purnell, 1981).

B. bovis, considerada como sinónimo de *B. argentina* y *B. berbera*, puede presentarse en forma redondeada o anillada, alargada y en forma de pera (periforme), ocupando una posición cerca de la periferia de la célula y más rara vez en la superficie de los glóbulos rojos. En frotis sanguíneos, las células parasitadas tienden a situarse en grupos. La forma redondeada mide 1 a 2.5

micras y la periforme mide 2 a 2.5 micras. Es posible encontrar más de dos parásitos en un eritrocito (Anónimo, 1963).

B. bigemina se presenta en el interior del eritrocito ocupando un espacio entre el centro y margen, de forma redondeada, ovalada o irregular (ameboide). La forma de pera, mide de 3 a 4 micras de largo por 0.8 a 1.2 micras de ancho. Los parásitos se aproximan y se encuentran por sus extremos puntiagudos (Rodríguez, 1992).

La Babesiosis bovina en México es causada por dos especies *B. bovis* y *B. bigemina*. La enfermedad causada por *B. bovis* es más severa y más difícil de controlar que la causada por *B. bigemina*, *B. bovis* frecuentemente causa una forma cerebral de la infección caracterizada por la formación de trombos y émbolos en los capilares cerebrales. La Babesiosis se refiere al período cuando hay un rápido crecimiento y multiplicación del parásito y hay signos clínicos de la enfermedad. Los signos más comunes de la babesiosis aguda incluye fiebre, hemoglobinuria, anemia y parasitemia. La Babesiosis se refiere a la infección subclínica que se observa en animales que se han recuperado de la enfermedad clínica y en animales jóvenes inmunizados pasivamente (Mc Cosker, 1981).

Se reconoce como vectores de *B. bovis* y *B. bigemina* a la garrapata *B. microplus* en la mayoría de las zonas ganaderas del mundo. Sin embargo, en México esta función es compartida con la garrapata *B. annulatus* (Hoffmann, 2000).

Entre los factores que afectan la transmisión del agente se menciona a la edad de la garrapata. En este sentido, las larvas de *B. microplus* sometidas a 14°C y 95% de humedad relativa, han sido capaces de mantener viables a *B. bovis* durante 65

días y las larvas bajo esas condiciones pueden sobrevivir hasta 200 días. Entre las condiciones meteorológicas se conocen como factores importantes a la temperatura y humedad relativa. La oviposición a temperaturas de 30° a 37°C, induce el desarrollo de estadios infectivos de *B. bovis* y *B. bigemina* en los huevos de la garrapata *B. microplus* (Mc Cosker, 1981).

2.7.2. Anaplasmosis

La anaplasmosis bovina es una enfermedad hemótrópica infecciosa que existe en casi todas las regiones tropicales y subtropicales del mundo, aunque también se localiza en zonas templadas. Es comúnmente conocida como mal del cacho, mal de llave, ranilla blanca, enfermedad de la hiel y vaca amarilla entre otras. El término anaplasma fue ideado por Theiler, significa sin plasma y se refiere al hecho de que el parásito está constituido por una pequeña cantidad de material cromático. El nombre específico de *Anaplasma marginale* se debe a que estos microorganismos se localizan de modo característico en el margen de los glóbulos rojos (Osorno y Ristic, 1977; Queensland, 2001).

Existen tres especies del genero anaplasma, *Anaplasma marginale*, *Anaplasma centrale*, que son infectantes para los bovinos y *Anaplasma ovis* para ovejas como la responsable del problema (Escutia, 1987).

El agente causal, *Anaplasma marginale*, puede ser transmitido biológicamente por 20 ó más especies de garrapatas y puede ser transmitido mecánicamente por una variedad de moscas picadoras, particularmente por la mosca de los caballos (tábanos) de la familia Tabanidae. También puede transmitirse mecánicamente

con agujas para inyectar e instrumental quirúrgico si son usados inapropiadamente sobre una serie de animales (Bram, 1983).

En el ganado, el sitio de multiplicación es el glóbulo rojo maduro. Existe una considerable variación en la gravedad de la anaplasmosis, la gravedad generalmente aumenta con la edad del animal. Los terneros sufren infecciones leves, con poca o nula mortalidad (Lozoya y Castro, 1985).

Los signos más tempranos comprenden la elevación de la temperatura a 40 o 41 °C, anemia, debilidad, dificultad respiratoria principalmente después del ejercicio, depresión, anorexia, ictericia, frecuentemente pérdida de la condición corporal, hemólisis, el andar es rígido e irregular y llegan a presentarse temblores musculares del cuello, hombros y flancos (Lozoya y Castro, 1985; Grupoese, 1999).

Los animales que sobreviven a un ataque agudo generalmente se recuperan lentamente, dando como resultado pérdidas en la producción de leche y carne. Generalmente la mortalidad está entre el 5 y 40 %, pero puede alcanzar el 70 % en ataques severos (Bram, 1983).

Según reportes de la Dirección General de Salud Animal en 1980, estimó que las pérdidas económicas originadas por la Anaplasmosis bovina en México se elevaron hasta 182.7 millones de pesos por animales enfermos, a 1,567.7 por animales muertos y 1,250 por pérdidas indirectas. En total se calculó una pérdida de 3,000 millones de pesos (Escutia, 1987).

2.8. Resistencia a los Insecticidas

La definición oficial de resistencia es: " La resistencia a insecticidas es el desarrollo de una habilidad en una raza de insectos para tolerar dosis de productos tóxicos los cuales han probado ser letales a la mayoría de los individuos en una población normal de la misma especie" (O' Brien, 1971).

Entre los problemas a los que se ha enfrentado el combate químico de las garrapatas es el desarrollo de la resistencia a los ixodicidas, como ha ocurrido en casi todos los países en donde se han usado por largos períodos, es decir que en la mayoría de los casos estos productos propiciaron alteraciones en la garrapata *B. microplus* que conducen a través del fenómeno de selección genética a una adaptación que les permite sobrevivir bajo las nuevas condiciones artificiales impuestas (Durán, 2001).

La resistencia es causada por cambios en la sensibilidad de la colinesterasa de la garrapata hacia la inhibición por insecticidas organofosforados y/o por la habilidad de la garrapata para detoxificar el acaricida. Esto puede ir acompañado por cambios notables en la cantidad de actividad de la colinesterasa demostrable en larvas. *B. microplus* ha sido transportada a la mayoría de las áreas tropicales y subtropicales desde su origen asiático y ha desarrollado resistencia en casi todas las áreas donde es suficientemente abundante para garantizar medidas de control. Una notable excepción es México. La resistencia es usualmente reconocida debido a la falla para obtener una muerte satisfactoria de los estados parasíticos sobre una animal tratado. No hay duda acerca de la resistencia cuando el ganado continúa infestado con gran número de garrapatas repletas después de tratamientos frecuentes (Wharton, 1983).

De acuerdo con Pal (1971), 104 especies de artrópodos asociados con humanos, animales domésticos, su hábitat, y sus desechos han sido documentados como resistentes a insecticidas o acaricidas. El más amplio espectro de resistencia a acaricidas, ha sido demostrado para *Boophilus microplus*: ha sido documentado en Australia, Asia, África, América del Sur y otras áreas. En Australia en 1937, *B. microplus* era resistente a los insecticidas arsenicales. Para 1950 fue resistente a los compuestos ciclodienos clorinados, en 1954 al DDT, y finalmente en 1964 a los acaricidas organofosforados y carbamatos. En 1970 se encontró que 2 de las 8 razas de *B. microplus* incrementaron su resistencia al Clorpirifos y Diazinon. A medida que la resistencia se volvió un problema, el control acaricida de las razas de garrapatas resistentes a organofosforados y carbamatos en Australia, ha sido acompañado con un incremento en la concentración de insecticidas en el baño de inmersión, acortando el intervalo entre baños, cambiando a tipos similares de acaricidas para los cuales la resistencia no se ha desarrollado altamente, o utilizando nuevas clases de acaricidas (Drummond, 1977).

Wharton en 1976, citado por Drummond (1977), reportó la resistencia a acaricidas organofosforados en África del Sur para *B. decoloratus*, *R. Appendiculatus*, *R. Evertsi* y *A. Hebraeum*.

Drummond (1977), menciona que Núñez et al. (1972), reportaron que de 20 razas de *B. microplus* solo la raza "K" de corrientes, Argentina era resistente a Coumaphos y Ethion. También Grillotorado y Gutierrez (1970), encontraron que la raza "G" de corrientes, Argentina era resistente a Coumaphos y dioxathion. Asimismo et al. (1974), encontraron que la raza "D" de Río Grande y la "M" de minas Gerais, Brasil eran resistente a Coumaphos, dioxathion y ethion.

En México a partir del monitoreo realizado en la década de los 80's en investigaciones realizadas en campo y en laboratorio mediante la técnica de dosis discriminantes de organofosforados y organoclorados, se obtuvieron las cepas " Tuxpan " resistente a organofosforados y " Tempoal " resistente a organofosforados y organoclorados. Para 1993 después de 8 años de uso continuo y sistemático con piretroides, se detectaron los primeros casos de resistencia a organofosforados y piretroides en algunos estados de México, obteniéndose la cepa " Mora " doble resistente (moderada a organofosforados y alta a piretroides) del estado de Tabasco en 1993, " Aldama " doble resistente (baja a organofosforados y moderada a piretroides con una alta resistencia a flumetrina) del estado de Tamaulipas en 1994 y " Coatzacoalcos " doble resistente (mediana a organofosforados y moderada a piretroides con una mayor resistencia a cipermetrina) del estado de Veracruz en 1995. En México, los primeros reportes confirmados de resistencia en garrapatas *Boophilus* aparecen a principio de los 80s. En mayo de 1981 el municipio de Tuxpan, Veracruz presentó fallas a una serie de ixodicidas organofosforados. Esta cepa fue denominada cómo "Tuxpan" (CENAPA, 1983, citado por Frago *et al*, 1995).

De acuerdo con Drummond (1977), la organización mundial de la salud en 1970 presentó un método tentativo para determinar la resistencia o susceptibilidad de garrapata adultos a los acaricidas. Adultos sin alimentarse se trataron tópicamente (una microgota en el dorso) con acaricidas en metil etil ketone. En esta técnica deberá conocerse la edad de las garrapatas, ya que a medida que se incrementa la edad de estas, se tornan muy susceptibles a los acaricidas. El mismo autor anterior, señala que la FAO en 1971, propuso un método en el cual las larvas de garrapata sin alimentarse son confinadas en un sobre o paquete de papel impregnado con acaricida disuelto en aceite de oliva. También menciona que show en 1966 descubrió una prueba de inmersión, en el cual las larvas son colocadas en papel filtro y sumergidas en emulsiones de acaricidas. Está técnica

ha sido extensivamente usada para determinar la resistencia de garrapatas (Drummond, 1977).

Para manejar los problemas de resistencia se puede incrementar la concentración del producto o cambiar de principio activo, sin embargo debe tenerse presente que cualquier decisión incrementará los costos de producción, situación que obliga su ponderación. Para prevenir los problemas de resistencia se debe establecer la periodicidad entre tratamientos en función de las fluctuaciones en la población del vector, eliminando el uso de acaricidas durante temporadas de baja susceptibilidad; o bien, se puede optar por un criterio selectivo de tratamientos con base en la susceptibilidad o resistencia del ganado a la garrapata, si este es el caso, la frecuencia entre tratamientos deberá aumentarse en los animales mas parasitados (Durán, 2001).

2.9. Métodos Químicos para el Control de Garrapatas

Una de las estrategias más utilizadas para el tratamiento de animales infestados con garrapatas es la aplicación de sustancias químicas sobre el cuerpo de estos, a ciertos intervalos específicos los cuáles están determinados por la región ecológica, especies contra las que se va a luchar y la eficacia residual del acaricida a utilizar (Rodríguez, 1992).

Algunos de estos compuestos han sido abandonados o incluso, prohibidos debido a problemas de alta toxicidad para el ganado y al ser humano; otros por el riesgo, que implica su uso excesivo para la ecología (organoclorados); y en muchas regiones debido a la aparición de tipos o poblaciones de garrapatas resistentes a estos ixodicidas (Anónimo, 1984).

Los controles sanitarios de las garrapatas tienen gran importancia en las explotaciones bovinas. El problema es serio, desde el punto de vista técnico y económico, el uso de baños intensivos como método de control y donde se hace un indiscriminado uso de compuestos químicos (en el modo de aplicación, concentración o dosis se refiere), trayendo como consecuencia el desarrollo de resistencia de algunas cepa, su alto costo, contaminación de productos y subproductos, sumando condiciones de deterioro ambiental (Solís, 1991).

Un ixodicida eficaz tiene que ser no solamente capaz de matar las garrapatas sino que tiene que ser también seguro cuando es usado por las personas para el tratamiento del ganado; tiene que ser estable y retener sus propiedades ixodicidas durante mucho tiempo después de haber sido mezclado con agua. Tiene que permanecer activo cuando el líquido de los bañaderos se encuentra ya sucio a causa de su contenido de barro, estiércol, orina y pelos y contaminación por bacterias (Cooper, 1970).

Respecto a los métodos de aplicación de ixodicidas encontramos los tradicionales que consisten en la inmersión de los animales en una fosa de baño (baño de inmersión) y la aspersion manual o por medio de mangas de rociado y otros menos convencionales como las caravanas impregnadas con acaricidas utilizadas con gran éxito en los EU, los auto tratamientos con rascadores ó bolsas de polvo, aretes plásticos impregnados con ixodicidas, las formulaciones para aplicación cutáneas y por ultimo los sistémicos (Rodríguez, 1992).

La resistencia ha llevado a la inestabilidad e incremento de costos en áreas donde las garrapatas de un huésped *B. microplus* y *B. decoloratus* han adquirido resistencia a una variedad de productos químicos (Wharton, 1983).

Se han utilizado diferentes productos para el control en garrapatas, dentro de los que se incluyen Arsenicales, Organoclorados, Organofosforados, Piretroides, Amidinas cíclicas, Fenilpirazolonas e Ivermectinas (Rodríguez, 1992; Brown *et al.*, 1990).

2.9.1. Arsenicales

El arsénico fue la primera sustancia química que se usó para el control de garrapatas. Tiene la ventaja de ser barato, estable y completamente soluble en agua. Sin embargo, el arsénico es muy venenoso tanto en la forma de concentrado como en el líquido para bañar y esto causará severas quemaduras en la piel si el ganado es bañado en soluciones demasiado fuertes. Además tiene la desventaja de que en muchas áreas las garrapatas del género *Boophilus* se han hecho resistentes al arsénico, de modo que no se le mata con las concentraciones normales utilizadas para bañar (Harris, *et al* 1965; Lozoya y Castro, 1985).

Desafortunadamente los arsenicales tienen una corta efectividad residual (menos de 1- 2 días), y en la mayoría de las áreas del mundo las garrapatas *Boophilus* se han vuelto resistentes al arsénico (Drummond, 1983).

El arsénico fue usado por 30 – 40 años antes de que la resistencia se desarrollara en las garrapatas *Boophilus*. Esto ocurrió casi al mismo tiempo antes de la 2ª

guerra mundial en Africa, Australia y América del Sur. Los Organoclorinados DDT, BHC (Lindano) y Toxafeno salvaron el problema de resistencia hacia el arsénico durante el período de 1945 – 1955. Los organoclorinados fueron reemplazados por los organofosforados y carbamatos en el período de 1955 – 1970. Estos en torno fueron reemplazados en algunas áreas por las formamidinas e insecticidas relacionadas después de 1970 (Wharton, 1983).

Dentro de este grupo de arsenicales se encuentran el arseniato de calcio, arsenito de potasio, acetoarsenito de cobre y arseniato de cobre (Wood, 2001).

2.9.2. Organoclorados

Los organoclorados habían demostrado una excelente acción sobre diversos insectos plaga. De interés particular se cita el Hexacloruro de benceno conocido como lindano y el Toxafeno, los cuales poseen una excelente actividad acaricida. Por lo general son baratos, poseen un prolongado poder residual y son excelentes para controlar una gran variedad de plagas. Por lo general no son altamente tóxicos, aunque algunos animales tratados con lindano han resultado envenenados. Desafortunadamente muchos de estos se depositan como residuos en los tejidos de los animales tratados por grandes períodos de tiempo. Con relación a su modo de acción inicialmente se observa un aumento de la movilidad de las garrapatas afectadas, seguido de contracciones. Posteriormente sobreviene una pérdida del equilibrio, incoordinación de los movimientos locomotores con o sin desplazamiento del cuerpo y parálisis subsiguiente de los miembros. Algunas

especies de garrapatas han desarrollado resistencia hacia estos ixodíctidas. No obstante tanto el Lindano como el Toxafeno se siguen utilizando en grandes áreas del mundo para el control de las garrapatas (Martínez, 2001).

Los insecticidas clorados se empezaron a usar en la agricultura para el control de plagas. La desventaja es que persisten por mucho tiempo en el medio ambiente, esto provoca que con el tiempo estos insecticidas se vayan acumulando ocasionando graves problemas de intoxicación a los organismos del lugar afectado. Otro problema de los organoclorados es que tienden a desarrollar una toxicidad de tipo crónico (Harris et al., 1965; Sumano, 1996).

2.9.3. Organofosforados

Todos los representantes de este grupo son derivados del ácido fosfórico por lo cual se les aplica esta denominación general. El poder residual es relativamente más corto que los organoclorados y el riesgo de provocar una toxicidad aguda en los animales tratados es elevada. Actualmente hay reportes de algunas especies de garrapatas que han demostrado resistencia hacia este grupo en México y en otros países. Esta situación no lleva necesariamente la eliminación total de este grupo ya que se ha demostrado que en otras zonas infestadas siguen siendo la mejor opción para el control de este ectoparásito. Como eficientes ixodíctidas de contacto, los organofosforados penetran rápidamente a través de la cutícula de la garrapata, siendo el tipo de solvente utilizado, uno de los factores que pueden hacer variar la capacidad de penetración y la actividad del ingrediente activo (Martínez, 2001). Se sabe de ciertas especies de garrapatas que son resistentes a los acaricidas organofosforados; resistencia aguda está presente en *B. microplus* en Australia y otros países (Wharton, 1974 citado por Drummond, 1983).

Los organofosforados son venenos activos de contacto, ingestión e inhalación. En los animales se sangra caliente y en el hombre, se introducen en el cuerpo por ingestión, contacto de la piel o por los órganos respiratorios (vapores, polvos, nebulizaciones), y se distribuye rápidamente por vía sanguínea. Los organofosforados orgánicos o polifosforados sistémicos, constituyen un grupo de insecticidas con elevada toxicidad, lo cual induce a usarlos con precaución, generalmente su presentación es en forma de polvos de color blanco y en cristales. La mayor parte son solubles en alcoholes, acetonas y otros disolventes orgánicos como lípidos y grasas, pero son insolubles en agua (Sumano, 1996; Townsend, 2000).

La acción de estos compuestos actúan bloqueando a la acetilcolinesterasa, enzima que actúa destruyendo a la acetilcolina. Los receptores de la acetilcolina se encuentran en las placas neuromusculares y en el sistema nervioso central. Este grupo de compuestos basa su acción tóxica en su efecto inhibitor de la enzima acetilcolinesterasa, ocasionando como consecuencia un aumento de la acetilcolina que al ascender a niveles críticos origina una tetanización y finalmente la muerte (Martínez, 2001). El mecanismo de acción es irreversible tanto en los rumiantes como en los parásitos presentándose signos típicos de sobre estimulación colinérgica. La excreción se realiza por la orina, la leche, las heces, el sudor y la vía aérea. Los animales que se encuentran en la línea de producción y que fueron tratados con insecticidas organofosforados se deben retirar de la ordeña por lo menos durante una semana (Sumano, 1996).

Productos Garrapaticidas Organofosforados (Prontuario, 2000)

Nombre del producto: Asuntol Líquido y Asuntol 50 Polvo.

Formulas: Asuntol líquido: Concentrado emulsionable al 20 %; Coumaphos, 20 g; emulgentes y vehículo, c. b. p. 100 ml. Asuntol Polvo: Polvo humectable al 50 %; Coumaphos, 50g; emulsificantes, dispersantes e inertes, c. b. p. 100 g.

Empleo y dosis: Asuntol 50 polvo: Para aspersión: Se diluye 1 sobre de 15 g en 15 litros de agua. Asuntol líquido: Para aspersión: Se diluyen 10 ml en 10 litros de agua. Para inmersión: Carga inicial: 1 litro por cada 1,000 litros de agua. Recarga: 1 litro por cada 500 litros de agua.

Nombre del producto: Bovithion

Formula: Solución emulsificable de organofosforado, formulada con: 68 % de ethión, 20 % de emulsificante y 12 % de solvente.

Empleo y dosis: Externa, en baño de inmersión o aspersión. Inmersión: Carga inicial 1 litro por 1, 000 litros de agua. Recarga 1.5 litros por 1,000 litros de agua. En baños de inmersión se recomienda cambiar el agua cuando se han bañado 3,000 animales o después de 6 meses de la carga inicial.

Aspersión: Mezclar 10 ml por cada 10 litros de agua. Aplicar por lo , menos tres litros de la solución por cada bovino mojando bien la piel, el pelo y las faneras.

2.9.4. Amidinas

Dentro de esta categoría son muy pocas las sustancias que poseen actividad insecticida y entre ellas está el amitraz. Este insecticida actúa inhibiendo a la enzima monoaminoxidasa (Lagunes y Rodríguez, 1989). Algunos miembros de esta familia provocan un rápido desprendimiento de las garrapatas cuando se aplican a animales infestados. Este grupo incluye tres productos que han sido ampliamente utilizados como garrapaticidas: Chlordimefrom, Amitraz y Cloromethiuron (Martínez, 2001).

Su modo de acción implica la interferencia en los procesos metabólicos de las garrapatas y se caracteriza por inhibición del sistema enzimático monoaminoxidasa. La inhibición de esta enzima provoca un estímulo ocasionando la separación del aparato bucal del animal parasitado, se presenta una rápida parálisis de la musculatura, una incapacidad para digerir proteínas sanguíneas y finalmente un bloqueo en el desarrollo de los ovarios que causa la muerte (Martínez, 2001).

Productos Garrapaticidas Amidinas (Prontuario, 2000)

Nombre del producto: TAKTIC

Fórmula: Cada 100 ml contienen: Amitraz, 12.5 g: Vehículo, c. b. p. 100 ml.

Modo de empleo y dosificación: Baños de inmersión: Se debe conocer la capacidad total del baño, antes de dosificar el producto. Carga: Añadir 1.6 litros y 6 Kg de conservador por cada 1,000 litros de agua. El conservador recomendado es cal química o cal para construcción que contenga como mínimo un 90% de hidróxido de calcio. Recarga: Añadir 3.2 litros y 12 kg de conservador por cada 1,000 litros de agua faltante.

2.9.5. Piretroides

Aunque la eficacia garrapaticida de los piretroides y su baja toxicidad hacia los mamíferos fueron demostrados por primera vez en 1935, estos productos son los insecticidas más potentes que el hombre haya dispuesto hasta ahora. Debido a su alta efectividad, baja toxicidad en mamíferos y un reducido impacto ambiental, se consideran los plaguicidas de elección en muchas partes del mundo. Los mecanismos de acción de los compuestos piretroides no están bien establecidos,

pero se sabe que actúan a nivel del sistema nervioso central y periférico presentándose en primer lugar una fase de intensa agitación seguida muy rápidamente de una parálisis general en el organismo blanco, dando lugar a un efecto de choque o derribe (Martínez, 2001).

Los piretroides son compuestos derivados de los crisantemos. Presentan grandes expectativas para su uso, sobre todo por su alta especificidad para insectos y baja toxicidad para los mamíferos. En la actualidad es una alternativa que consiste en diluciones de piretroides en vehículos de alta liposolubilidad como el sulfóxido de dimetilo que se aplica en gotas de absorción transcutánea. Con este sistema se evita el uso de grandes volúmenes de agua, se disminuye la concentración en ríos, lagos y aguajes y se dosifica de manera precisa (Sumano, 1996).

Los piretroides son de amplio espectro endoparasiticida y afectan a moscas, garrapatas, piojos, pulgas y parásitos causantes de la sarna. Se biodegradan en el medio ambiente con mayor rapidez que otros insecticidas y son poco tóxicos para los mamíferos. No obstante, es importante recalcar que son muy tóxicos para los peces y que los baños garrapaticidas no se debe vaciar en lugares cercanos a explotaciones piscícolas (Sumano, 1996; Townsend, 2000).

Productos Garrapaticidas Piretroides (Prontuario, 2000)

Nombre del producto: SUPOCADE* C. E.

Garantía de composición: Ingrediente activo:

Clorfenvinfos 2-cloro-1-(2, 4-diclofenil) vinil dietil fosfato. % en peso 13.8.

Equivalente a 138 g por litro.

Cipermetrina-ciano-3-fenoxibencilo-cistrans-3-(2,2 diclorovinil)-2,2, dimetil-ciclopropam carboxilato. % en peso 2.5. Equivalente a 25 g por litro. Ingredientes inertes: 83.7. Total 100.0

Empleo y dosis: Baños de inmersión: Carga 2.5 litros por cada 1,000 litros de agua. Recarga: 3.5 litros por cada 1,000 litros de agua y/o por cada 250 bovinos tratados de 300 a 400 Kg de peso. Baños de aspersion: 25 ml por aspersora de 10 litros de agua (2.5 ml por litro de agua) aplique de 3 a 5 litros por animal.

Nombre del producto: Bayticol

Fórmula: Flumetrina 3 %

Empleo y Dosis: Se emplea en baños de inmersión y aspersion. Baños de aspersion: 1 ml por litro de agua. Inmersión carga: 1 litro por 1,000 litros de agua. Recarga: 1 litro por 1,000 litros de agua. Carga y recarga se realizan en las mismas proporciones.

Nombre del producto: Butox

Fórmula: Cada litro contiene: Deltametrina, 25 g; Vehículo, c. b. p. 1 litro.

Empleo y Dosis: Baños de inmersión: Se debe conocer la capacidad total del baño. Carga: 1 litro por 1,000 litros de agua. Recarga: 1.5 litros por cada 1,000 litros de agua faltante. En general el gasto promedio de la solución preparada es de 1,000 de solución por cada 250 bovinos adultos. Baños de aspersion: Agregar 1 ml por cada litro de agua, mezclar bien y bañar perfectamente el ganado. En general el gasto promedio de la solución preparada es de 4 litros por bovino adulto.

2.9.6. Fenilpirazolonas

En años recientes el desarrollo de una clase de agentes químicos que aparecen tener actividad contra garrapatas *Boophilus spp* ha declinado. Sin embargo cuando un pesticida potencialmente activo es desarrollado se le da alta prioridad, uno de tales agentes es el Fipronil, es un producto derivado de la Fenilpirazolona el cual ha dado buenos resultados contra garrapatas *Boophilus microplus* en estudios de laboratorio y campo. Este compuesto es de formulación pour on y actúa a nivel del ácido gama amino butírico (GABA) (Martínez, 2001).

El Fipronil aplicado al 0.25 y 0.5% de ingrediente activo otorga un control de 86.2 y 94.3% respectivamente de la garrapatas del ganado bovino *Boophilus microplus*. Pero fipronil al 1% de i.a., otorga un control muy alto del 99.7%. Respecto a su efecto residual también está en relación a su dosificación, al 0.25% de i.a., la protección contra reinfestación de larvas fue de menos de una semana, al 0.5% de i.a., fue de 4 semanas y en concentraciones de 1% de i.a., la protección fue de 8 semanas después del tratamiento. En esta última dosificación el fipronil tiene un uso potencial para usarlo en programas de erradicación (Davey *et al.*, 1998).

2.9.7. Avermectinas

Descubiertas en 1975, han venido a significar una valiosa aportación a la industria pecuaria mundial, presentando una actividad endo y ectoparasiticida. La ivermectina es un miembro de la familia de las lactonas macrocíclicas. Esta clase de endectocidas tiene un mecanismo de acción único. Los compuestos de esta clase se unen selectivamente y con gran afinidad a los receptores glutamato ligados a los canales de cloro de las células nerviosas y musculares. Esto

ocasiona un aumento en la membrana celular de los iones de cloro, con hiperpolarización de la célula muscular y nerviosa resultando una parálisis y muerte de los parásitos. Los compuestos de esta clase también pueden interactuar con otros receptores ligados a los canales de cloro, como por ejemplo: Los del neurotransmisor ácido gama-amino butírico (GABA). Además reúne características de manejo y uso aceptable, tales como: Baja toxicidad a mamíferos, efecto sobre otra clase de parásitos y evita el problema de contaminación ambiental (Martínez, 2001).

Productos Garrapaticidas Avermectinas (Prontuario, 2000)

Nombre del producto: Cydectin 1 %

Fórmula: Cada 100 ml contiene: Moxidectin, 1 g; vehículo, c. b. p. 100 ml.

Empleo y Dosis: Se debe administrar por inyección subcutánea delante o detrás de la paleta. Se recomienda utilizar agujas de 10 a 15 mm, calibre 16. La dosis de uso es de 1 ml para cada 50 kg de peso vivo, es decir, 0.2 mg de moxidectin por Kg de peso vivo.

Nombre del producto: Dectomax

Fórmula: Cada ml contiene, 10 mg; vehículo, c. b. p. 1 ml.

Empleo y Dosis: Administrar 1 ml por cada 33 Kg de peso (300 mcg por Kg de peso). Administrar por vía intramuscular en la región del cuello utilizando una aguja calibre 16-20 y 35 mm de largo.

Nombre del producto: Ivomec Bovinos/Ovinos

Fórmula: Cada 100 ml contienen: Ivermectina, 1.0 g, excipiente, c. b. p. 100 ml.

Empleo y Dosis: Inyección subcutánea 1 ml por 50 Kg de peso vivo.

2.10. Necesidad del Control de la Garrapata

Hay tres razones mayores para controlar garrapatas sobre animales domésticos: transmisión de enfermedades, toxicosis o enfermedad por parálisis y el daño físico causado por garrapatas. Aunque solo relativamente unas cuantas de las más de 700 especies de garrapatas en el mundo son de importancia para el hombre y sus animales domésticos, estas cuantas especies deberán ser controladas si la producción de ganado es necesaria para cubrir las necesidades de proteína animal del mundo (Drummond, 1983).

2.11. Otros Métodos de Control de las Garrapatas

En ciertas ocasiones se usan otros métodos para controlar garrapatas con acaricidas químicos. Por ejemplo, tratamientos orales o inyecciones de algunos insecticidas hidrocarburo clorinados han controlado *B. microplus* en el ganado. También, tratamientos orales con insecticidas sistémicos han controlado algunas especies de garrapatas que se alimentan del ganado bovino. Otro ejemplo en el control de garrapatas que se obtiene mediante el uso de aretes de plástico o bandas para cuernos impregnados con insecticidas (Drummond, 1983).

2.12. Estrategias de Control

La estrategia para controlar a la garrapata de un huésped *B. microplus*, que se adhiere a los animales como larva y que muda sobre el hospedero, consiste en tratar los animales a intervalos de 14 – 21 días para matar a las hembras antes de que finalicen su alimentación, o sea que estén repletas. Los tratamientos con

acaricidas deberán efectuarse cuando estos proporcionan el máximo beneficio en términos de reducción de poblaciones de garrapatas. Un esquema estratégico para el tratamiento no necesariamente significa tratar los animales al momento que las poblaciones de garrapatas son altas, más bien, significa tratar los animales cuando están ligeramente infestados como para reducir las poblaciones que sobreviven a los períodos de estrés como son las temporadas secas, bajas temperaturas, etc. (Drummond, 1983).

Precauciones que deben seguirse cuando se usan acaricidas para el control de garrapatas:

Utilizar solamente aquellos acaricidas recomendados y aprobados para ser usados sobre el ganado bovino por una autoridad competente. Usar la formulación del acaricida que está aprobada y especialmente designada para utilizarse en el ganado bovino. Seguir exactamente las indicaciones de la etiqueta del producto y asegurarse que el equipo de aplicación esté limpio y que funcione apropiadamente y que se agite lo suficiente para que se mezclen los acaricidas. Estar al tanto de las prácticas de seguridad cuando se mezclan o aplican acaricidas, no comer, beber o fumar durante la aplicación y utilizar equipo de seguridad apropiado para la preparación y aplicación de los acaricidas. Aprender a reconocer los síntomas de intoxicación por acaricidas en el ganado y humanos para aplicar apropiadamente los antídotos. Desechar apropiadamente los recipientes, y concentrados no utilizados de acaricidas para evitar contaminación al medio ambiente(Drummond, 1983).

III. METODOS BIOLÓGICOS PARA EL CONTROL DE GARRAPATA

Las plantas han evolucionado por más de 400 millones de años y para contrarrestar el ataque de los insectos han desarrollado mecanismos de protección, como la repelencia y la acción insecticida. En la actualidad se comenzaron a utilizar polvos y extractos vegetales, de lo cual hay antecedentes incluso en la Biblia. El uso masivo de estos insecticidas ha tenido un camino muy difícil pues en una primera época las recopilaciones que hacían los investigadores, entre los agricultores e indígenas, tenían mucho de superstición y cuando se les sometió a pruebas con rigor científico no mostraron efecto alguno. Después de la segunda guerra mundial las pocas plantas que mostraron resultados auspiciosos, y alcanzaron a usarse masivamente, fueron reemplazadas por los insecticidas sintéticos. Con la aparición en la década de los cuarenta de estos insecticidas sintéticos se pensó que los insecticidas vegetales desaparecerían para siempre pero problemas como la contaminación del ambiente, los residuos en los alimentos y la resistencia por parte de los insectos han hecho que hoy en día vuelvan a ser tomados en cuenta. Sin lugar a dudas los fitoinsecticidas constituyen una muy interesante alternativa de control de insectos además de que sólo se han evaluado muy pocas plantas de las 250,000 que existen en el planeta por lo que las perspectivas futuras son aun insospechadas. De hecho existen plantas como el neem (*Azadirachta indica* J. ; Meliaceae), que han mostrado tener excelentes resultados encontrándose ya en el mercado formulaciones comerciales. Pero no se debe caer en triunfalismos y pensar que van a reemplazar a los insecticidas sintéticos sino que estos constituyen una alternativa dentro de un programa de Manejo Integrado de Plagas que debe ser complementada con todas las otras medidas de control que existen (Silva, 2002).

3.1. Antecedentes de uso de Insecticidas de Origen Botánico

Los insecticidas como un método en el control de plagas, a través del tiempo, han pasado por tres etapas que separan a los diferentes grupos de productos por su naturaleza activa. Se habla de productos de la primera generación para distinguir a todos aquellos tóxicos de origen mineral, botánico y los organosintéticos; los productos de la segunda generación, en donde se aprecian a los insecticidas de origen microbial; y finalmente los productos de la tercera generación, que son considerados en la actualidad como alternativas promisorias para programas de MIP, en donde destacan las feromonas y los reguladores de crecimiento (bio-reguladores), entre estos últimos los de origen vegetal, clasificados como aleloquímicos con efecto antialimentario, destaca el producto natural azadirachtina que se obtiene a partir de las semillas del árbol de Nim, a tal grado que varios insecticidas con este activo ha sido ya registrados para su uso comercial (Vázquez, 1992; Schmutterer, 1990).

3.2. Historia

El nim es un árbol de la familia meliaceae, del suroeste asiático, específicamente de la India y Birmania, con historia de siglos como especie medicinal y de ornato. Es considerado como una planta forestal y por varias décadas ha sido promovido por organizaciones internacionales como abastecedor de madera y carbón en diversas zonas de África y desde hace varios años en algunas de América Latina (Cruz, 1993). Pradhan, *et al* 1968, Señalan que en la India, puede haber un total de 25 millones de árboles. Ha sido introducido a naciones del Caribe, en Trinidad y Tobago, Jamaica, Surinam, Guayana y Barbados como planta medicinal (Pliske, 1984).

De igual forma, existen abundantes plantaciones de Nim en Guatemala, Bolivia, Ecuador, Honduras, Argentina, Brasil, Cuba, Nicaragua, República Dominicana y en Haití. De manera experimental lo cultivan en Puerto Rico y las Islas Vírgenes, también en Florida, Oklahoma, California y Arizona (Ahmed, et al 1985). Recientemente en México se han iniciado trabajos sobre su adaptación (Ahmed, et al 1986; Leos, 1991).

3.3. Taxonomía del Nim (Bailey, 1977).

Reino:	Vegetal
División:	Embriofitas
Subdivisión:	Angiospermas
Clase:	Dicotiledóneas
Orden:	Geraniales
Familia:	Meliacea
Género:	Azadirachta
Especie:	indica

3.4. Descripción Botánica

El Nim, es una planta de tamaño medio, de 15 a 20 metros de altura con un tronco recto y una corona redonda. Con flores blancas, amarillentas o cremas, en racimos de hasta 20 cms. La fruta es una drupa elipsoidal, con una semilla de 1.2 a 1.8 cms. De longitud de color verde amarillento en la madurez y pulpa jugosa. Desarrolla una raíz principal de rápido crecimiento, clave para resistir la sequía, lo

que le permite vivir en suelos muy pobres. Es tolerante a la salinidad y alcalinidad, y sus raíces laterales pueden tener hasta 15 mts. de longitud (Cruz, 1993).

La producción de frutos inicia de los 3 a los 5 años y se vuelve completamente productivo a los 10 años, se reporta que vive más de 200 años. La floración y formación de frutos ocurre una o dos veces al año en épocas específicas dependiendo de las condiciones climáticas de la zona (Saxena *et al.*, 1980; Radwanski *et al.*, 1981).

Casi todas las partes son amargas y contienen sustancias activas, las cuales son conocidas por sus efectos antisépticos y curativos en la medicina humana y veterinaria. Es una especie siempre verde que pierde sus hojas solo en condiciones muy extremas (Cruz, 1993).

3.5. Requerimientos Edáficos y Climáticos

El Nim prospera bien en condiciones subhúmedas o semiáridas, en suelos con buen drenaje, es tolerante a la sales del suelo y puede crecer en los suelos salinos marginales con baja fertilidad. Puede ser establecido sin riegos en áreas calientes y secas con precipitaciones hasta 150 mm por año, el rango óptimo es de 450 - 750 mm; una vez sembrado, el Nim prácticamente no requiere de más atención, fertilización o riego suplementario, puede ser susceptible a las heladas pero solo en sus etapas jóvenes(Ahmed, *et al* 1986 y Cruz, 1993). El Nim crece bien desde la costa hasta casi 1000 msnm, especialmente en lugares con poca lluvia, en donde una vez establecido necesita una atención mínima (Brat, 1991).

Se señala que es óptimo sembrarlo en zonas con alta precipitación de 1150 mm, lo cual es suficiente para su sobrevivencia, pero necesita 450 mm para germinar óptimamente, y se siembra donde la temperatura puede alcanzar hasta 49 °C pero no es recomendable (Anónimo, 1980). Se ha observado que el Ph óptimo en el suelo para el árbol del Nim es entre 6.2 y 7.0 (Fishwick,_____).

En México se menciona que el Nim se ha adaptado en sus etapas iniciales a 660 msnm, con una precipitación anual de 1600 a 2000 mm y una temperatura media anual de 18- 22°C en suelos de franco-arcillosos a arcilloso este último extremadamente pedregoso, con Ph de 5.5 a 5.0 (González *et al.*, 1994).

3.6. Características de la Semilla de Nim

La semilla para siembra debe ser fresca, por la misma naturaleza de la especie (Cruz, 1993). Usualmente las semillas del Nim permanecen viables durante varias semanas, aproximadamente de 1 a 2 meses y éstas son colectadas cuando están maduras y sembradas lo más pronto posible, pero si las semillas son maduras y estas se despulpan y se secan adecuadamente manteniéndolas en frío, pueden ser almacenadas por largos períodos (Bengé, 1988). Algunas observaciones en Francia, de semillas almacenadas con endocarpio tuvieron una germinación aceptable (42%) después de 5 años (National Academy Press, 1992).

Las semillas también pueden ser dejadas para que germinen, de preferencia en cajas Petri, antes de transplantar a temperaturas elevadas, en recipiente o en el campo. El ácido clorhídrico puede ser usado para digerir la cubierta, pero se tiene que determinar la concentración óptima. Las semillas de Nim no están aletargadas

y pueden ser sembradas en menos de 1-2 semanas después de que han caído del árbol (Fagoone, 1980).

Por otro lado, y con el fin de establecer plantaciones de Nim en México, se obtuvo semilla procedente de República Dominicana, la cual presentó un 28% de germinación a los 12 días, los autores interfiere que el bajo porcentaje de germinación se debió a un largo período de almacenamiento, superior a los dos meses; mientras que semillas recién cosechadas de árboles ya establecidos en la costa del Golfo de México, y de procedencia nicaragüense, se observó un 100% de germinación considerando que la semilla utilizada no fue almacenada (González *et al.*, 1994).

3.7. Siembra y Desarrollo de la Planta

Del Instituto Politécnico Loyola (1994), menciona que en la siembra para fines energéticos y obtención de semillas recomienda distancias entre árboles de 2 x 2 a 3 x 3 metros, es decir, alrededor de 1,111 a 2,500 árboles por hectárea; después a partir de dos a tres años cuando la plantación haya cerrado y se presente competencia debe realizarse un corte alternado de estos. Se recomienda espaciamiento entre árboles de 7 x 7 ó 6x 8 metros, es decir 200/ha cuando se pretende producir insecticida a partir de la semilla (Guzmán *et al.*, 1994).

El Nim crece relativamente rápido, pero generalmente varía dependiendo de las condiciones ambientales, características de la región y la capacidad genética del material de la planta. Reporta que el 66% del crecimiento del árbol ocurre en los tres primeros años, durante el cual se eleva de 4 a 7 metros, y sigue aumentando su tamaño hasta los 5 a 11 metros en los siguientes cinco años. Es uno de los árboles que mantiene su follaje aún en época de sequía severa en los bosques espinares. En lugares abiertos se extiende más y crece exuberante. Proporciona

sombra durante el verano, purifica el aire, produce poca basura, tiene un sistema radical profundo y tiene un tronco erecto (Bhat, 1991).

3.8. Cosecha y Rendimiento

El Nim comienza a producir frutos de 3 a 5 años. La colección de frutos varia de un lugar a otro, dependiendo de las condiciones de la región (Jacobson, 1987; Bengé, 1988; Cruz, 1993). Se ha reportado que el Nim fructifica de los 3 a 5 años, alcanzando su máximo rendimiento a los 10 años. Además describe un rendimiento de cerca de 50 Kg / Árbol /Año (Radwanski *et al.*, 1981). De 2000 a 3000 frutos pesan 1Kg, el fruto despulpado rinde aproximadamente 1800 semillas/ Kg y de 9 a 10 semillas pesan 1 gr (Radwanski, 1977). El rendimiento en frutos a partir del quinto año en el campo es de un promedio de 25 Kg / Árbol con fructificación de aproximadamente del 80% de árboles en una plantación de 7 x 7 ó 6 x 8 metros, es decir 4 ton / ha (Guzmán *et al.*, 1994).

3.9. Como actúan los Insecticidas de Origen Botánico

Por definición, un insecticida es aquella sustancia que ejerce su acción biocida debido a la naturaleza de su estructura química. Por ejemplo, si matamos un insecto para nuestra colección entomológica usando frascos con cianuro de potasio podemos decir que esta sustancia tiene efecto insecticida. Sin embargo no podemos decir lo mismo del agua cuando las gotas de lluvia matan pulgones, ya que su mortalidad no se atribuye a las características de la estructura química del agua. La mayoría de las especies de plantas que se utilizan en la protección vegetal, exhiben un efecto insectistático más que insecticida. Es decir, inhiben el

desarrollo normal de los insectos. Esto lo pueden hacer de varias maneras que a continuación se describen brevemente (Silva, 2002).

3.10. Inhibidores de la Alimentación

El concentrado de aceite de Neem es un producto que se extrae de los frutos y hojas del Árbol de Neem (*Azadirachta indica*). Contiene compuestos, Triterpenoides (Limonoides) donde la azadiractina es la más potente. Su modo de actuar es afectando el crecimiento y los estadios de los insectos al antagonizar con la biosíntesis y/o metabolismo de la hormona ecdisona. Asimismo, tiene propiedades repelentes e inhibidoras de la alimentación de los insectos. Con una sola ingestión de nanogramos de neem, los insectos suprimen totalmente su actividad y dejan de comer, tiene acción sistémica (Anónimo, 2000).

La inhibición de la alimentación es quizás el modo de acción más estudiado de los compuestos vegetales como insecticidas. En rigor un inhibidor de la alimentación es aquel compuesto, que luego de una pequeña prueba, el insecto se deja de alimentar y muere por inanición. Muchos de los compuestos que muestran esta actividad pertenecen al grupo de los terpenos y se han aislado principalmente de plantas medicinales originarias de África y la India (Silva, 2002).

3.11. Ventajas y Desventajas de los Insecticidas Vegetales

3.11.1. Ventajas

- 1.- Son conocidos por el agricultor ya que generalmente se encuentran en su mismo medio.
- 2.- Muchas veces poseen otros usos como medicinales o repelentes de insectos caseros.
- 3.- Su rápida degradación puede ser favorable pues disminuye el riesgo de residuos en los alimentos.
- 4.- Algunos pueden ser usados poco tiempo antes de la cosecha
5. - Varios actúan rápidamente inhibiendo la alimentación del insecto aunque a la larga no causen la muerte del insecto.
6. - Debido a su acción estomacal y rápida degradación pueden ser más selectivos con insectos plaga y menos agresivos con los enemigos naturales
7. - Muchos de estos compuestos no causan fitotoxicidad.
8. - Desarrollan resistencia más lentamente que los insecticidas sintéticos.

3.11.2. Desventajas

- 1.- No todos son insecticidas sino que muchos son insectistáticos lo que los hace tener una acción más lenta
- 2.- Se degradan rápidamente por los rayos ultravioleta por lo que su efecto residual es bajo.
3. - No todos los insecticidas vegetales son menos tóxicos que los sintéticos.
4. - No se encuentran disponibles durante toda la temporada.
5. - Los límites máximos de residuos no están establecidos
6. - No hay registros oficiales que regulen su uso.

7.- No todas las recomendaciones que manejan los agricultores han sido validadas con rigor científico (Silva, 2002).

3.12. Si es Natural no es Venenoso

Es un gran error considerar a los productos de origen vegetal y por ende a los insecticidas vegetales como productos inocuos solo por ser naturales. Existe una gran cantidad de productos vegetales que son altamente tóxicos; basta recordar que la historia documenta que Sócrates fue condenado a muerte bebiendo la cicuta (*Cicuta* spp), que no era otra cosa que un extracto acuoso altamente venenoso de esta planta. Schmutz y Breazeale (1986), en su libro "Plantas que envenenan" señalan alrededor de 120 especies de plantas que contienen alguna sustancia que es tóxica para el ser humano, mencionándose incluso especies tan comunes como el almendro, frijol, ajo, frutilla y manzano, entre otras. En consecuencia, no se debe olvidar que el potencial tóxico de una molécula se debe a la naturaleza de su estructura química y no a su origen. Como dijo Paracelso en 1564,: "La diferencia entre lo que mata y lo que cura es la dosis" (Silva, 2002).

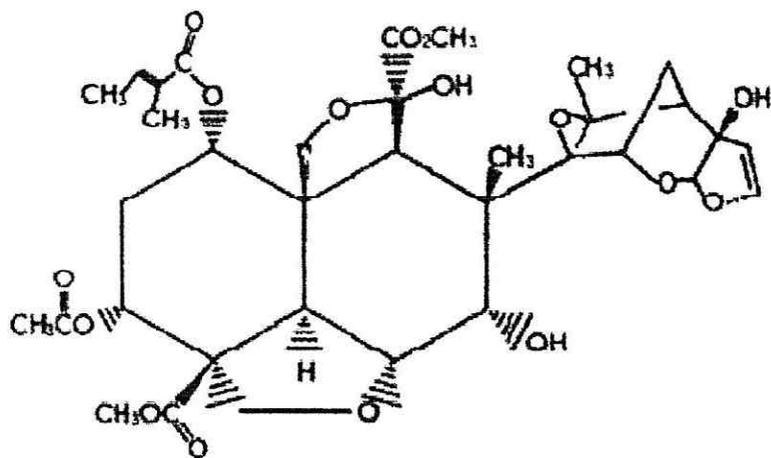
3.13. Insecticidas Sintéticos

Las plantas no solo se pueden usar directamente como insecticidas sino que también sus moléculas han servido como fuente para una serie de insecticidas sintéticos desarrollados en laboratorio. Uno de los problemas, desde el punto de vista del control de plagas, es que los insecticidas de origen vegetal luego de ser aplicados se descomponen rápidamente por acción de la luz y la temperatura por lo que su permanencia en la planta es muy baja (no más de 24 horas). Esto ha hecho que muchas empresas químicas multinacionales modifiquen en sus laboratorios las moléculas encontradas en las plantas de modo de poder darles

una mayor persistencia y toxicidad en el campo. Esto presenta la ventaja que no se tenga que asperjar el cultivo o frutal prácticamente todos los días y no se arriesga la "depredación" de la planta con propiedades insecticidas. Un claro ejemplo de esto lo constituyen dos familias de insecticidas de uso masivo en el ámbito agrícola, urbano y médico. Como son los piretroides y los carbamatos que son derivados sintéticos de moléculas aisladas de plantas como piretro (*T. cinerariaefolium*) y haba de calabar (*Physostigma venenosum*), respectivamente (Silva, 2002).

3.14. Estructura Química de Azadiractina

Este compuesto es un tetraterpenoide característico de la familia Meliáceas pero especialmente del árbol Neem (*A. indica*), originario de la india. Este se encuentra en la corteza, hojas y frutos de este árbol pero la mayor concentración se ubica en la semilla. Este compuesto no ha podido ser sintetizado en laboratorio además de que cuando ha sido aislado y probado solo, los resultados han sido menores a cuando se aplican extractos. En el extracto se han identificado alrededor de 18 compuestos entre los que destacan salanina, meliantrol y azadiractina que es el que se encuentra en mayor concentración. Muestra acción antialimentaria, reguladora del crecimiento, inhibidora de la oviposición y esterilizante. Hoy en día ya se pueden encontrar formulaciones comerciales de Neem con nombres como Neem Gold, Neemazal, Econeem, Neemark, Neemcure y Azatin entre otros, en países como Estados Unidos, India, Alemania y varios países de América Latina (Silva, 2002).



3.15. Resistencia

La mayoría de los insecticidas vegetales son extractos que están constituidos por un grupo de ingredientes activos de diversa naturaleza química. Del punto de vista de la resistencia la baja estabilidad de los insecticidas vegetales es un factor positivo pues será de muy baja probabilidad que dos extractos sean siempre iguales por lo que la presión de selección sobre la plaga no será siempre la misma. Esto se debe a que aunque en el extracto se encuentren los mismos elementos no siempre estarán a las mismas concentraciones. En general, la resistencia por parte de los insectos tarda más tiempo en desarrollarse a una mezcla de ingredientes activos naturales que a cualesquiera de sus componentes por separado. Esto puede deberse a que es más difícil detoxificar a un complejo de sustancias que a una sola molécula. Por ejemplo en una evaluación de laboratorio el áfido *Myzus persicae* cuando se le aplicó azadiractina sola, en 35 generaciones fue capaz de desarrollar un nivel de resistencia nueve veces superior a la raza inicial. En cambio con el extracto de neem (que contenía la misma concentración de azadiractina) en el mismo período no mostró indicio de resistencia (Silva, 2002).

3.16. Usos de Nim

El Nim, es una de las plantas más valiosas que hasta ahora se han estudiado, porque puede promover un gran número de subproductos altamente competitivos en precio y calidad con los insecticidas sintéticos. El uso de semillas de Nim para el control de plagas se ha incrementado en el mundo porque han resultado eficientes con diferentes plagas, con muy pocos efectos sobre la fauna benéfica, animales domésticos y el hombre, obteniéndose a un bajo costo y armónicamente compatible en un manejo integrado de plagas (Schmutterer, 1985; Taveras, 1994).

El empleo de preparados de Nim es cada vez más frecuente en varios países. El proceso de obtención del insecticida (extracto acuoso), empieza con las semillas que deben ser cosechadas, despulpadas, secadas y finalmente molidas; ya que las sustancias activas se disuelven fácilmente en agua, siendo éste un método simple y aceptable para el agricultor (De los Santos, 1994).

En los Estados Unidos, los CBP a base de nim fueron aprobados primero para usar en siembras no alimenticias en 1985. Después de pruebas subsiguientes, la Agencia de Protección Ambiental (EPA por sus siglas en inglés) reguló el uso de la Dihidro-azadiractina (DAZA), un derivado reducido del azadiractín, para uso en siembras de alimentos. En 1996 la EPA exceptuó a los agrícolas sin clasificar, de los que reúnen los requerimientos residuales de DAZA, en tanto el químico sea aplicado como regulador o antialimentario de insectos en no más de 20gms/acre con un máximo de siete aplicaciones por época de crecimiento. (EPA, 1997). La EPA solamente permite esta excepción si se usan productos comerciales

aprobados; los productos alimenticios tratados con extractos caseros no reunirían estos requerimientos (<http://www>, 1998) (A).

La actividad insecticida de los extractos de Nim fue publicada por primera vez por Chopra en 1928, citado por Cruz, (1993), los extractos de semillas actúan como inhibidores del desarrollo larval, disminuyendo la fertilidad y fecundidad de hembras, o repelentes de insectos –plaga.

Las pruebas en general de extractos de nim han demostrado resultados en cerca de 300 especies de insectos principalmente en los ortópteros (saltamontes, chapulines verdes, etc.); homeópteros (pulgones, insectos saltarines, etc.); Dictióferos (cucarachas y mantis); Lepidópteros (libélulas y mariposa); Heterópteros (verdaderos insectos); Dípteros (moscas); Coleópteros (escarabajos y gorgojos); Himenópteros (abejas, avispas y hormigas); Isópteros (termitas); Tisanópteros (thrips), del orden de los Sifonópteros (pulga) (NRC, 1992; Randhawa and Parmar, 1993) (<http://www>, 1998) (A).

Tanto el aceite como las partes restantes de las semillas contienen sustancias con cualidades insecticidas. La mayoría de ellas, principalmente limonoides, incluyendo la sustancia conocida como azadirachtina, son solubles en agua y pueden ser fácilmente extraídas. Por otro lado, la azadirachtina tiene un efecto que retrasa el desarrollo larvario de algunos insectos, el meliantriol junto con la azadirachtina son antialimentarios muy potentes y no afectan a los insectos benéficos (Munakata, 1997).

3.16.1. Medicinal

Varias partes del árbol de Nim tienen acción antihelmíntica, antiséptica, antisifilítica, astringente, demulcente, emenagógica, emoliente y purgativa. Además, es utilizado para el tratamiento de tumores, enfermedades de los ojos, eczemas, dolor de cabeza, hepatitis, lepra, reumatismo, enfermedades venéreas y úlceras (Ahmed y Grainge, 1986).

Las hojas de Nim y su corteza se emplean como medicina. El té de hojas, disminuye la fiebre. Los jabones fabricados a base del aceite de Nim, son utilizados para combatir algunas enfermedades de la piel. En la India usan las raíces para debilidad general. Y en Alemania se le utiliza para producir pasta dental en grandes proporciones (Cruz, 1993).

El follaje tierno puede ser consumido fresco o en infusiones para fortalecer el sistema cardiovascular, en el tratamiento normaliza la tensión arterial y páncreas . Es preventivo en el control de la malaria. Al bañarse con un extracto acuoso elimina la dermatitis, sarnas, sarampión, viruela e infecciones semejantes; es utilizado para eliminar infección de hongos o microbios en el cuerpo humano (Bhat, 1991).

3.16.2. Veterinario

El aceite de Nim así como el extracto acuoso de las semillas se utilizan para el control de garrapatas y moscas del ganado, el extracto tiene un efecto repelente. También sirve para controlar las pulgas y la sarna en los perros (Cruz, 1993). Aspersiones mensuales de extractos etanólicos de neem o baños semanales con azadiractina – acuosa rica 1: 20 (Green Gold) controla la garrapata de arbustos,

Ixodes holocyclus, y la garrapata del ganado bovino *Boophilus microplus* en Australia y en Jamaica extractos de neem controlan la garrapata del ganado (Neem foundation, 2001). (C).

En Thailandia, Farries (1996) trato semanalmente ganado de leche contra garrapatas utilizando 3 concentraciones de extracto de neem, (100, 10 y 1 %) y encontró después de 10 semanas de observaciones que 1 mg de aceite de neem puro por Kg de peso vivo no era irritable ni tóxico al ganado. Asimismo, observó que las moscas y garrapatas no se posan sobre el ganado tratado con neem sin importar la concentración. Además, el aceite de neem tiene efectos detrimentales sobre garrapatas de cualquier estado de su ciclo de vida.

3.16.3. Forestal y de Arborización

Por su crecimiento rápido y poca exigencia en cuanto al lugar a sembrarse, es muy utilizado en la reforestación de zonas marginales, como barrera rompevientos, contra la erosión, cerca viva, para la producción de semillas, leña y madera de construcción (Cruz, 1993).

3.17. Perspectivas Futuras

El principal mercado de los insecticidas vegetales hoy en día es el de parques y jardines. Esto se debe a que por su baja persistencia en el medio, las personas están mucho menos expuestas a su toxicidad. Se espera que en 10 a 15 años, estos compuestos aumenten en un 25% su participación en el mercado de insecticidas y que no solamente se limiten al área de jardinería sino que se

expandan masivamente en ámbitos como el agrícola y el urbano. Sin embargo aunque los insecticidas vegetales constituyen opciones muy ventajosas desde el punto de vista ecológico, sería utópico llegar a pensar que van a reemplazar completamente a los insecticidas organosintéticos sino que lo lógico sería esperar una convivencia y uso complementario como actualmente sucede con el piretro y los piretroides sintéticos en un programa de Manejo Integrado de Plagas. En contraparte la agricultura orgánica es un mercado muy demandante de insecticidas vegetales debido a la imposibilidad de utilizar agroquímicos convencionales. Este mercado actualmente se encuentra en expansión y por lo general tiene tasas altas de retorno, por lo tanto constituye un "nicho" muy importante para atender. Desafortunadamente es común que algunas personas conceptualicen a la agricultura orgánica como un sistema de producción que difiere de la agricultura convencional solamente por la no utilización de agroquímicos sintéticos. Este error puede provocar que el agricultor al no ver los resultados esperados pierda la confianza y reafirme su preferencia por los insecticidas sintéticos (Silva, 2002).

Los insecticidas vegetales además presentan la gran ventaja de ser compatibles con otras opciones de bajo riesgo aceptables en el control de insectos, tales como feromonas, aceites, jabones, hongos entomopatógenos, depredadores y parasitoides, entre otros, lo que aumenta enormemente sus posibilidades de integración a un programas de Manejo Integrado de Plagas. Por último se puede señalar que en el largo plazo sin lugar a dudas se estudiarán nuevas plantas, como lo constituye hoy *Calceolaria andina*. Se perfeccionarán y descubrirán nuevas técnicas para el aislamiento e identificación de moléculas. Aumentarán y mejorarán los programas de extensión y educación sobre los insecticidas vegetales y se encontrarán nuevas fuentes de materia prima para su fabricación, como es hoy en día el descarte de la industria de cítricos en los Estados Unidos y seguramente se agilizarán los procesos de registro especialmente en los países en desarrollo (Silva, 2002).

IV. MATERIALES Y METODOS

La fase experimental de este estudio se llevó a cabo en su totalidad en las instalaciones con que cuenta el Centro Nacional de Parasitología Animal (CENAPA), en Jiutepec, Morelos, durante el periodo comprendido de Julio de 2001 a Agosto del 2002.

Los procedimientos llevados a cabo en el laboratorio fueron conducidos bajo los lineamientos establecidos en la Norma Oficial Mexicana, NOM – 006 – ZOO – 1993.

4.1. Requisitos de Efectividad Biológica

El porcentaje de efectividad promedio de todas las pruebas sobre el potencial reproductivo mínimo que deberá lograr un producto en la evaluación contra garrapatas *Boophilus spp.*, deberá ser de 98%; si éste fuera inferior en algún ensayo de los obligatorios pero no menor a 95%, se considerará en función de los otros resultados obtenidos en las pruebas (NOM – 006 – ZOO – 1993).

Para el caso de *Amblyoma spp.*; el porcentaje mínimo a obtener deberá ser de 80% de efectividad sobre la replesión y 90% sobre el potencial reproductivo (NOM – 006 – ZOO – 1993).

En el presente ensayo se desafió el producto contra cuatro cepas, resistentes a ixodicidas las cuales fueron:

B. microplus cepa "Susceptible".

B. microplus " "San Alfonso" resistente a organofosforados, piretroides y amitraz

B. microplus " "111" resistente a organofosforados, piretroides y amitraz

B. microplus " "Luisa." resistente a organofosforados, piretroides y amitraz

B. microplus " "Tuxpan" resistente a organofosforados

4.2. Bioensayos con Concentraciones Múltiples

La evaluación de laboratorio es la primera prueba y se utiliza como evaluación tamiz. La prueba se denomina bioensayos con concentraciones múltiples y en ella se determinan las concentraciones de inhibición de la oviposición (CIO) y control. Una vez tratadas las garrapatas hembras adultas con las diversas concentraciones del producto son sometidas al análisis Probit para determinar los estimadores de la regresión y concentraciones de respuesta (NOM – 006 – ZOO – 1993).

4.2.1. Inmersión de hembras repletas a la concentración recomendada.

El objetivo de esta prueba es determinar el porcentaje de control que ofrece un producto a la concentración comercial recomendada sobre garrapatas hembras repletas *Boophilus spp* y *Amblyoma spp* bajo el siguiente procedimiento. (NOM – 006 – ZOO – 1993).

4.3. EVALUACION BIOLOGICA

4.3.1. Pruebas de Laboratorio

Para la ejecución de esta prueba se seleccionaron bovinos de la Raza Aberdeen agnus, los cuales se mantuvieron durante toda la prueba en infestaderos especiales donde se les proporcionó agua y alimentación ad libitum. El bovino fue colocado en un infestadero y se prosiguió posteriormente a infestarlo con 2 gramos de larvas de garrapatas sobre el dorso del animal, y esperándose hasta los 21 días para la colecta de hembras repletas de *B. microplus*.

4.3.2. Selección del material biológico

Se seleccionaron las garrapatas hembras eliminando aquellas demasiado pequeñas ó muy grandes, deformes o con claros signos de estar dañadas. Para cada producto a evaluar, se necesitan lotes de 50 especímenes dividiéndolos en cinco grupos de 10 garrapatas cada uno y otros más como testigos.

Las hembras ingurgitadas se pesan en una balanza analítica y se colocan en cajas petri de 9.0 cm. de diámetro con un papel filtro Whatman No.1 en el fondo, cada una de las cajas se identifica debidamente con los siguientes datos: lote, grupo, cepa, producto utilizado, concentración y fecha de tratamiento. Los datos de los pesos se anotan en un formato, el cual contendrá la información adicional arriba mencionada.

Como requisito mínimo se consideran necesario desafiar cada producto con los siguientes géneros, especies y cepas de garrapatas: *Amblyomma cajennense*, *Boophilus annulatus* cepa susceptible, *Boophilus microplus* cepa susceptible, *Boophilus microplus* cepa Tigra, Tuxpan, Tempoal y la Mora, dependiendo esta última del tipo de compuestos (NOM – 006 – ZOO – 1993).

4.3.3. Preparación de Compuestos

Una vez que fueron pesados, seleccionados e identificados los grupos testigos y tratados de garrapatas se procedió a la preparación del ixodicida a evaluar.

Para este tipo de ensayos, se requiere un mínimo de 250ml. de solución para tratar a 50 especímenes. Con el factor de dilución .5. La mezcla se afora con agua destilada para llevarla al volumen final (NOM – 006 – ZOO – 1993).

4.3.4. Tratamiento

En un frasco de vidrio limpio de boca ancha tipo “Gerber”, se añade una porción de la solución garrapaticada, en la que se sumergen los especímenes de un grupo durante un minuto; transcurrido este tiempo, se vacía el contenido en otro recipiente provisto de un colador, eliminando el excedente sobre un papel secante. Las garrapatas se alojarán en su caja de petri respectiva y el grupo testigo se tratará con agua solamente (NOM – 006 – ZOO – 1993).

4.3.5 Incubación

Todas las cajas con las garrapatas tratadas se colocaron en una estufa de incubación a una temperatura de 27°C y una humedad relativa de 80%; catorce días después del tratamiento, se evaluó la capacidad del producto de inhibir la oviposición en las garrapatas tratadas. Este mismo día se procedió a retirar los huevos ovipositados, los cuales se pesaron y se colocaron en viales de vidrio que se tapan con una torunda de algodón, incubándose bajo las mismas condiciones de temperatura y humedad antes descritos. Los pesos de los huevos se registraron en las formas específicas.

Para determinar el efecto sobre la eclosión de los huevos, se mantuvieron estos en la estufa durante 25 días; transcurrido ese tiempo, se procedió a sacrificar por congelación las larvas resultantes tanto de los grupos testigos como los tratados. Una vez secos los viales, el contenido se homogenizó perfectamente y se tomaron 5 alícuotas para realizar los conteos de cascarones y huevos en cada uno de ellos; De esta manera, se calculó el porcentaje de eclosión alcanzado en cada grupo y lote (NOM – 006 – ZOO – 1993).

4.4. Análisis de resultados

Con los datos del peso de garrapatas en cada grupo y el peso de la oviposición, se calculó el porcentaje de inhibición de oviposición como sigue, aplicando la siguiente fórmula.

$$\% \text{ I.O.} = \frac{\text{PLt} - \text{PHLt}}{\text{PLT} - \text{PHLT}} \times 100$$

Donde:

PLt= Peso de hembras del lote tratado.

PLT= Peso de hembras del lote testigo.

PHLt= Peso de huevos del lote tratado.

PHLT= Peso de huevos del lote testigo.

Para determinar el porcentaje de control, es necesario calcular la reproducción estimada por un grupo mediante la fórmula propuesta por Drummond en donde:

$$\text{RE} = \frac{\text{Peso de huevos}}{\text{Peso de hembras por grupo}} \times 20,000 \times \% \text{ de Eclosión}$$

Una vez calculadas las RE de ambos lotes, tratados y testigos, se procede a calcular el porcentaje de control como sigue:

$$\% C = \frac{RET - REt}{RET} \times 100$$

Donde :

RET = Reproducción estimada en el lote testigo.

REt = Reproducción estimada en el lote tratado.

De esta manera, se obtiene el parámetro principal de la evaluación "in vitro" de ixodícidas a la concentración recomendada para su uso en los animales, sobre garrapatas hembras repletas (NOM – 006 – ZOO – 1993).

V. RESULTADOS Y DISCUSION

De acuerdo con el análisis Probit que es la metodología estadística, que permite calcular los parámetros de las curvas de mortalidad 50, 90 y 99%, así como estandarizar los experimentos y los análisis que se lleven a cabo en cualquier lugar del mundo, se obtuvieron los siguientes resultados mediante el uso de diversas concentraciones del insecticida natural neem.

En relación al Probit 1 (Cuadro 2.1) al tratar los especímenes de *B. microplus* "Susceptible" con neem al 0.125% se obtuvo el mayor % I.O. con 3.04% y el mayor % de eclosión se obtuvo con neem al .25% con 89.39% y de igual manera con esta misma dosis se obtuvo el mayor control con 8.91%.

En lo referente al Probit 2 (cuadro 2.1) con la cepa de *B. microplus* "Tuxpan" el mayor % de I.O. de 9.9% se obtuvo con neem al 2% dosis que también propició el mayor control con 7.48%, y el mayor % de eclosión se obtuvo con neem al 0.125% con 88.40% de eclosión.

En lo referente al Probit 3 (cuadro 2.1) con la cepa de *B. microplus* "Santa luisa" el mayor % de I.O. de 2.63% se obtuvo con neem al 1% dosis que también propició el mayor control con 4.84%, y el mayor % de eclosión se obtuvo con neem al 0.25% con 95.67% de eclosión.

En lo referente al Probit 1(cuadro 3.1) con la cepa de *B. microplus* "Susceptible" el mayor % de I.O. de 14.84% se obtuvo con neem al 10% dosis que también propició el mayor control con 19.70%, y el mayor % de eclosión se obtuvo con neem al 0.625% con 87.15% de eclosión.

En lo referente al Probit 2 (cuadro 3.1) con la cepa de *B. microplus* "San Alfonso" el mayor % de I.O. de 9.49% se obtuvo con neem al 10% dosis que también propició el mayor control con 15.31%, y el mayor % de eclosión se obtuvo con neem al 2.5% con 97.71% de eclosión.

En relación al Probit 3 (Cuadro 3.1) al tratar los especímenes de *B. microplus* "111" con neem al 5% se obtuvo el mayor % I.O. con 24.44% y misma dosis que también propició el mayor % de eclosión con 97.66% y no hubo ningún % de control.

En relación al Probit 4 (Cuadro 3.1) al tratar los especímenes de *B. microplus* "Tuxpan" con neem al 10% se obtuvo el mayor % I.O. con 4.58% y misma dosis que también propició el mayor % de eclosión con 71.31% y no hubo ningún % de control.

En lo referente al Probit 5 (cuadro 3.1) con la cepa de *B. microplus* "Tuxpan" el mayor % de I.O. de 0.86% se obtuvo con neem al 2.5% dosis que también propició el mayor % eclosión con 85.55%, y el mayor % de control se obtuvo con neem al 0.625% con 3.77% de control.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Después de desafiar primeramente 5 dosis del insecticida botánico neem al 2, 1, 0.5, 0.25, y 0.125% (Julio 2001, y Enero 2002) contra 3 cepas de garrapatas, *B. microplus* "Susceptible", "Tuxpan" y "Santa Luisa" que son consideradas resistentes a los siguientes ixodicidas *B. microplus* "Tuxpan" a organofosforados, y *B. microplus* "Santa Luisa" a organofosforados, piretroides y amitraz.

Posteriormente al desafiar en Mayo y Agosto del 2002 a otras 5 dosis del insecticida botánico neem al 10, 5, 2.5, 1.25 y 0.625%, contra 5 lotes de garrapatas *B. microplus* siguientes: "Susceptible", "San Alfonso", "111" y "Tuxpan", resistente a los siguientes ixodicidas *B. microplus* "San Alfonso" a organofosforados, piretroides y amitraz, y *B. microplus* "111" a organofosforados, piretroides y amitraz.

Se concluye que de acuerdo con lo establecido en la norma oficial mexicana NOM-006-ZOO-1993 y en particular en lo referente a los requisitos de efectividad para los ixodicidas de uso en bovinos y método de prueba, el insecticida botánico neem *Azadiractha* indica en la dosis probada no presentó un efecto considerable en cuanto a la inhibición de la oviposición, % de eclosión y % de control de cepas de *Boophilus microplus*.

Estos datos observados en pruebas de laboratorio coinciden con lo señalado por Farries (1996) en Tailandia al tratar semanalmente ganado de leche con 3 concentraciones de extracto de neem (100, 10 y 1%) y obtener efectos detrimentales en los diversos estadios del ciclo de vida de garrapatas. En el estudio realizado se observó que el neem como ixodicida no funciona al tener muy bajos los parámetros evaluados. Por lo anterior, será recomendable dado las bondades del producto y su amplia gama de acción, el efectuar pruebas en los diferentes estadios del ciclo de las garrapatas mediante aspersiones dirigidas al

cuerpo o bajo pruebas de laboratorio con diversas dosis de este insecticida botánico neem para el control de garrapatas del ganado bovino. Pues de acuerdo con Farries el aceite de neem en dosis de 1mg/kg de peso vivo en animales no lactantes y animales de carne le proporciona una cubierta aceitosa resplandeciente al animal lo cual no es del gusto de los insectos y ácaros.

Asimismo se recomienda efectuar más estudios de los efectos del neem sobre garrapatas y moscas del ganado. La frecuencia de aspersiones, diluciones óptimas del aceite de neem y otros posibles métodos de aplicación necesitan ser más estudiados.

Cuadro 2.1 *Boophilus microplus* tratadas con NEEM al 2% a diferentes concentraciones.

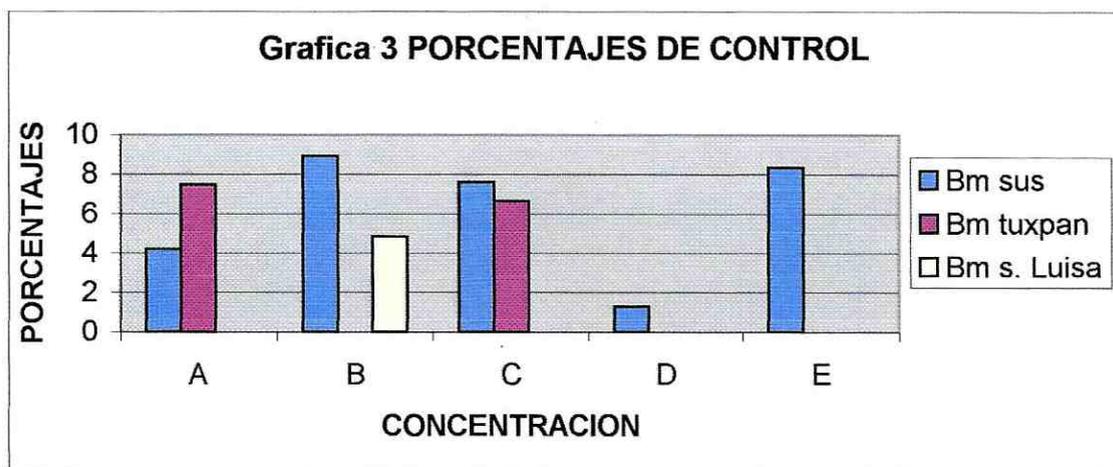
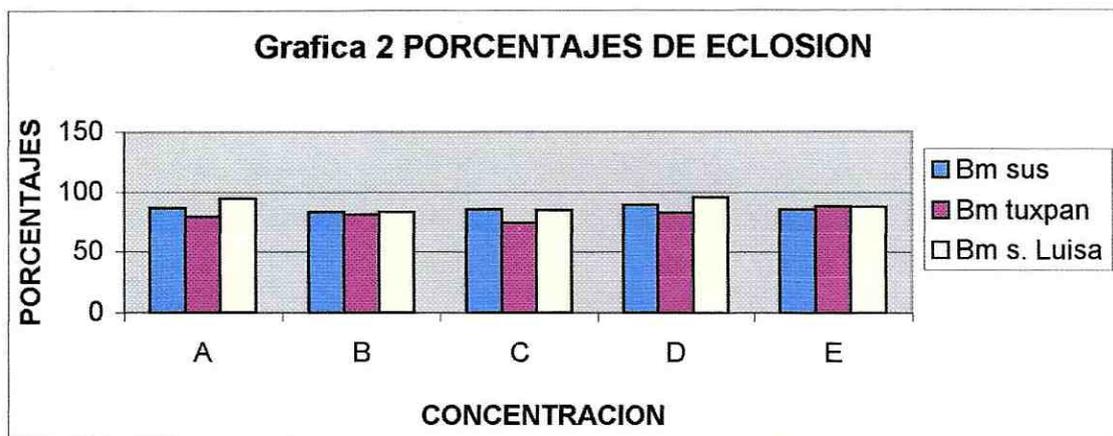
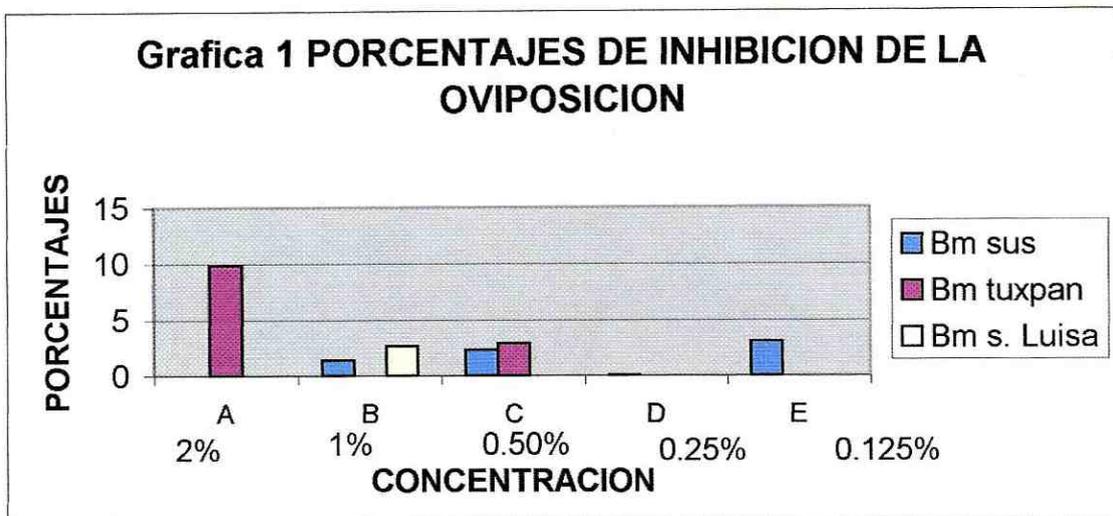
No. PROBIT	CEPA GARRAPATA	CONCEN TRACION	PARAMETROS BIOLÓGICOS		
			% I.O	% ECLOSION	% CONTROL
1	B.m. Susceptible	A=2%	0.00	86.65	4.20
		B=1%	1.35	83.62	8.91
		C=0.5	2.28	85.64	7.60
		D=0.25	0.06	89.39	1.29
		E=0.125	3.04	85.60	8.35
2	B.m. Tuxpan	A=2%	9.99	79.89	7.48
		B=1%	0.00	81.17	0.00
		C=0.5	2.86	74.22	6.66
		D=0.25	0.00	82.77	0.00
		E=0.125	0.00	88.40	0.00
3	B.m. Santa luisa	A=2%	0.00	94.58	0.00
		B=1%	2.63	83.64	4.84
		C=0.5	0.00	84.86	0.00
		D=0.25	0.00	95.67	0.00
		E=0.125	0.00	87.81	0.00

Cuadro 3.1 *Boophilus microplus* tratadas con NEEM al 10% a diferentes concentraciones.

No. PROBIT	CEPA GARRAPATA	CONCEN TRACION	PARÁMETROS BIOLÓGICOS		
			% I.O	% ECLOSION	% CONTROL
1	B.m. Susceptible	A=10%	14.84	81.46	19.70
		B=5	14.25	76.83	18.63
		C=2.5	11.52	77.25	14.66
		D=1.25	4.16	78.51	0.00
		E=0.625	0.00	87.15	0.00
2	B.m. San Alfonso	A=10%	9.49	90.09	15.31
		B=5	3.79	97.60	2.52
		C=2.5	7.09	97.71	5.77
		D=1.25	5.00	93.23	8.10
		E=0.625	5.25	92.41	9.13
3	B.m. 111.	A=10%	13.17	95.56	0.00
		B=5	24.44	97.66	0.00
		C=2.5	11.21	96.41	0.00
		D=1.25	9.29	97.05	0.00
		E=0.625	0.73	97.37	0.00
4	B.m. Tuxpan	A=10%	4.58	71.31	0.00
		B=5	0.00	65.93	0.00
		C=2.5	0.00	65.33	0.00
		D=1.25	0.00	62.68	0.00
		E=0.625	0.00	66.77	0.00

5	B.m. Tuxpan	A=10%	0.00	84.26	1.41
		B=5	0.00	84.50	0.00
		C=2.5	0.86	84.98	2.01
		D=1.25	0.00	85.55	0.00
		E=0.625	0.00	81.52	3.77

1.1. Graficas de tres Cepas de Garrapatas *Boophilus microplus* tratadas con Neem al 2%



2.1 Graficas de tres Cepas de Garrapatas *Boophilus microplus* tratadas con Neem al 10 %

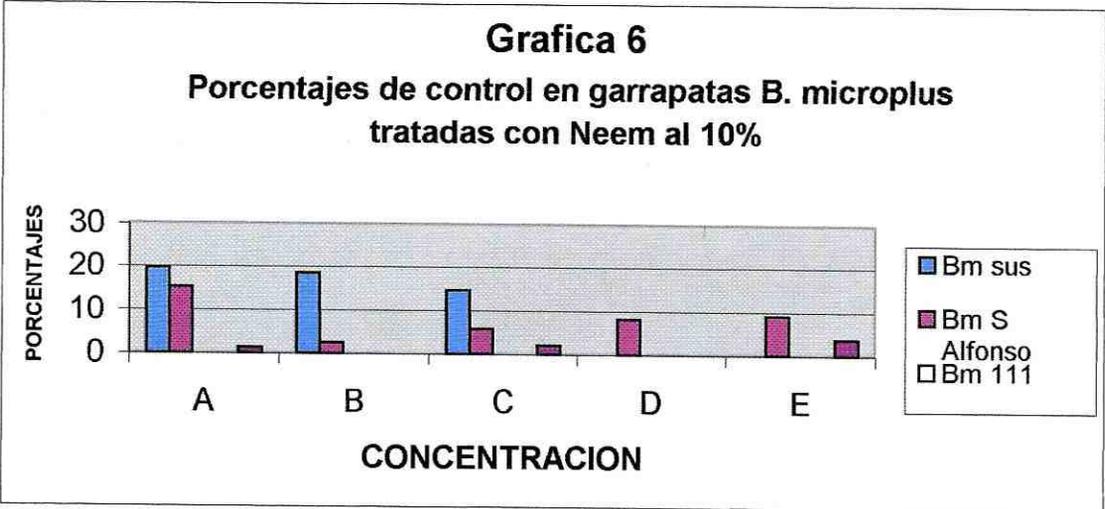
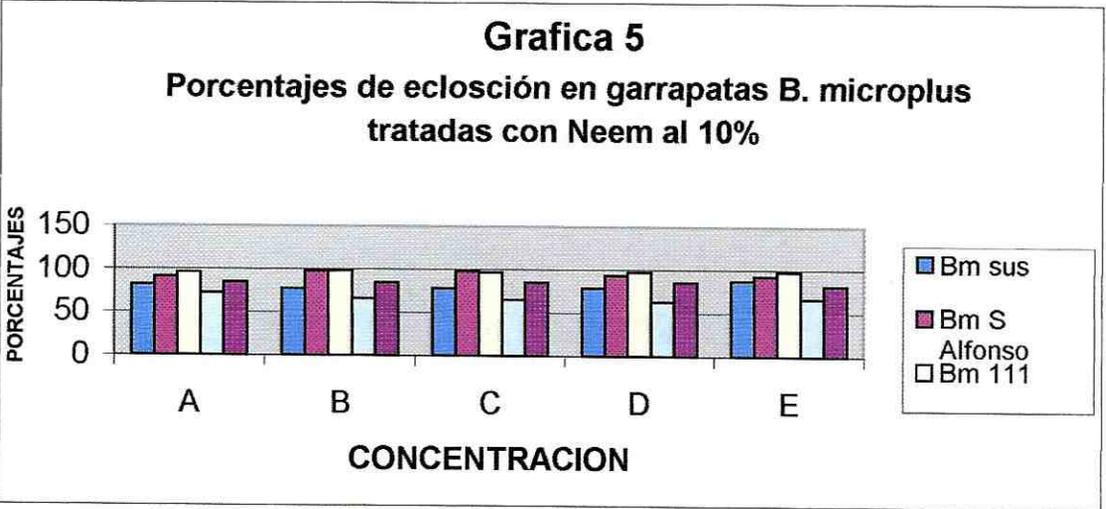
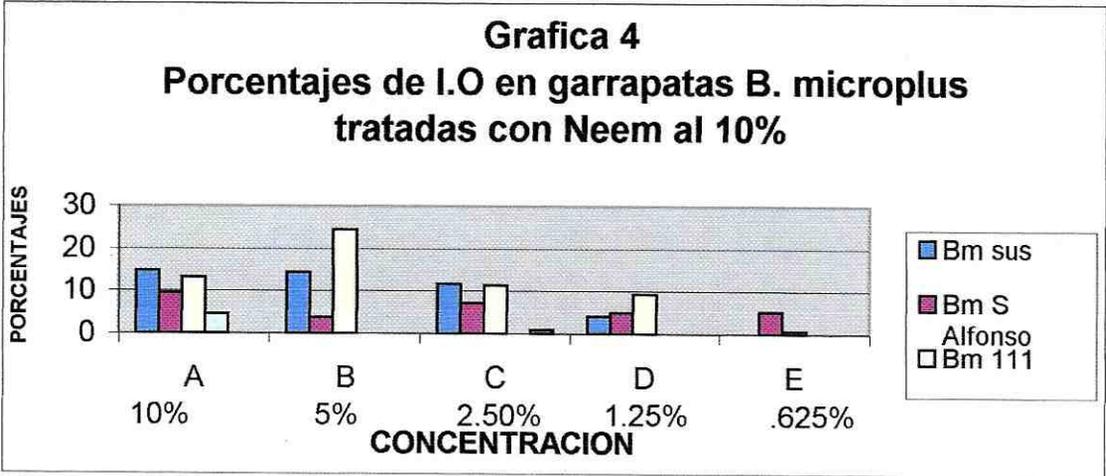


IMAGEN 1.1. Garrapatas *Boophilus* spp. Hembra y Macho.

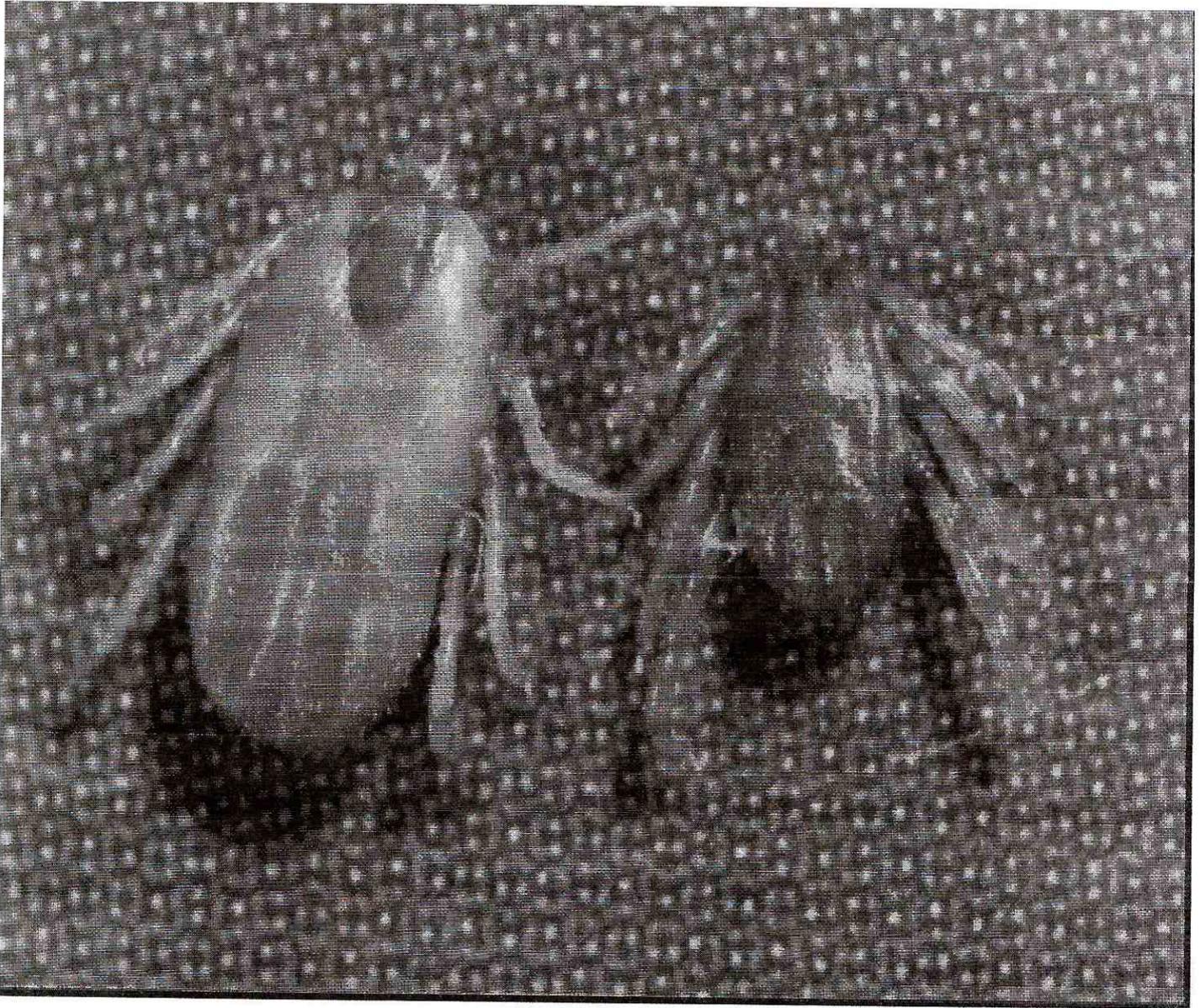


IMAGEN 2.1. Infestaderos donde se llevó a cabo el registro del bovino, cepa de garrapata con la que se infestó y fecha de infestación.



IMAGEN 3.1. Bovino infestado con cepa B.m. "tuxpan", el cual fue utilizado para los ensayos de aplicación con Neem, esta fase se llevó a cabo en los infestaderos del CENAPA.

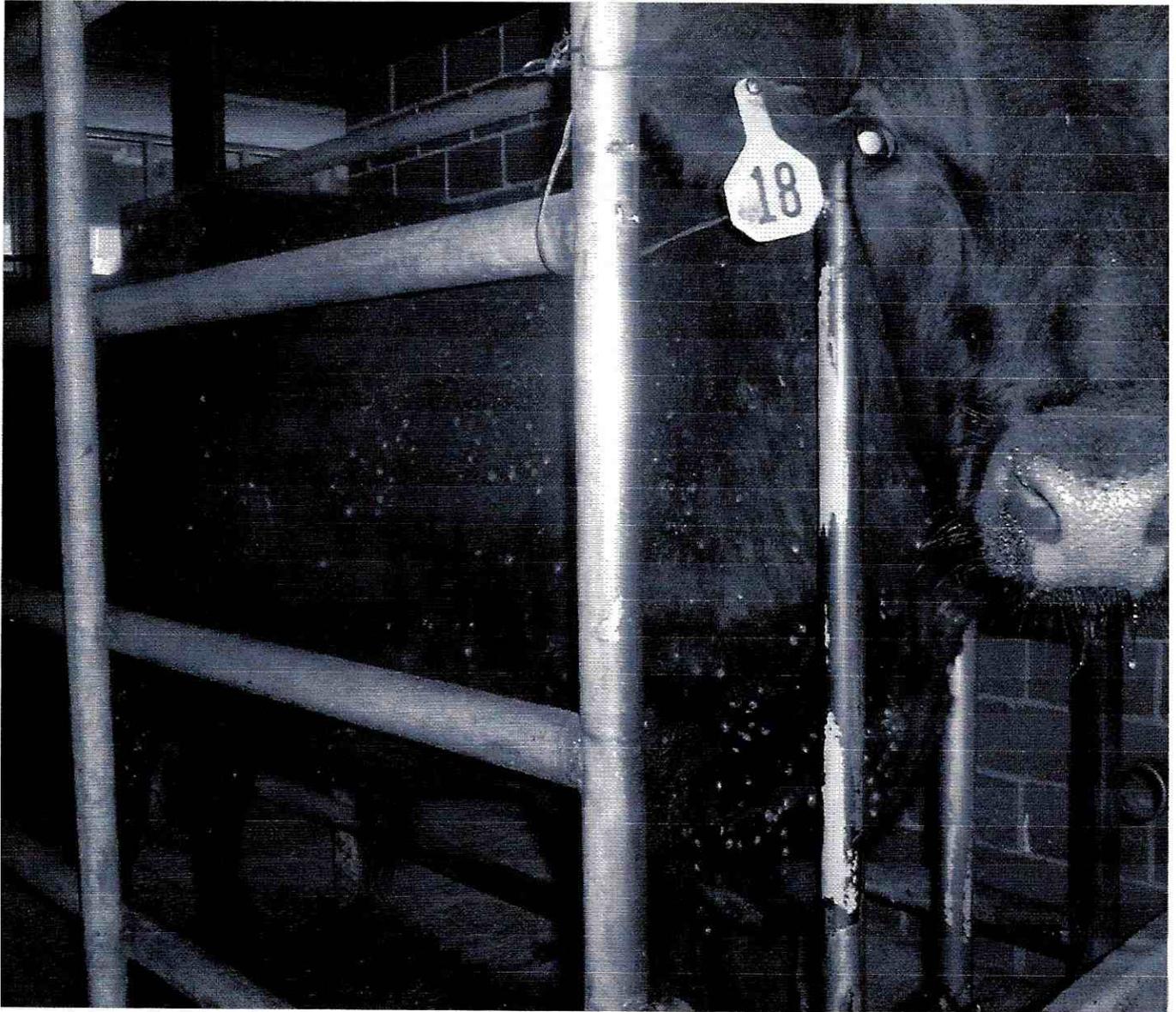


IMAGEN 4.1. Colecta de garrapatas hembras repletas para la utilización de los Probit que se realizaron en su totalidad en los laboratorios del CENAPA.

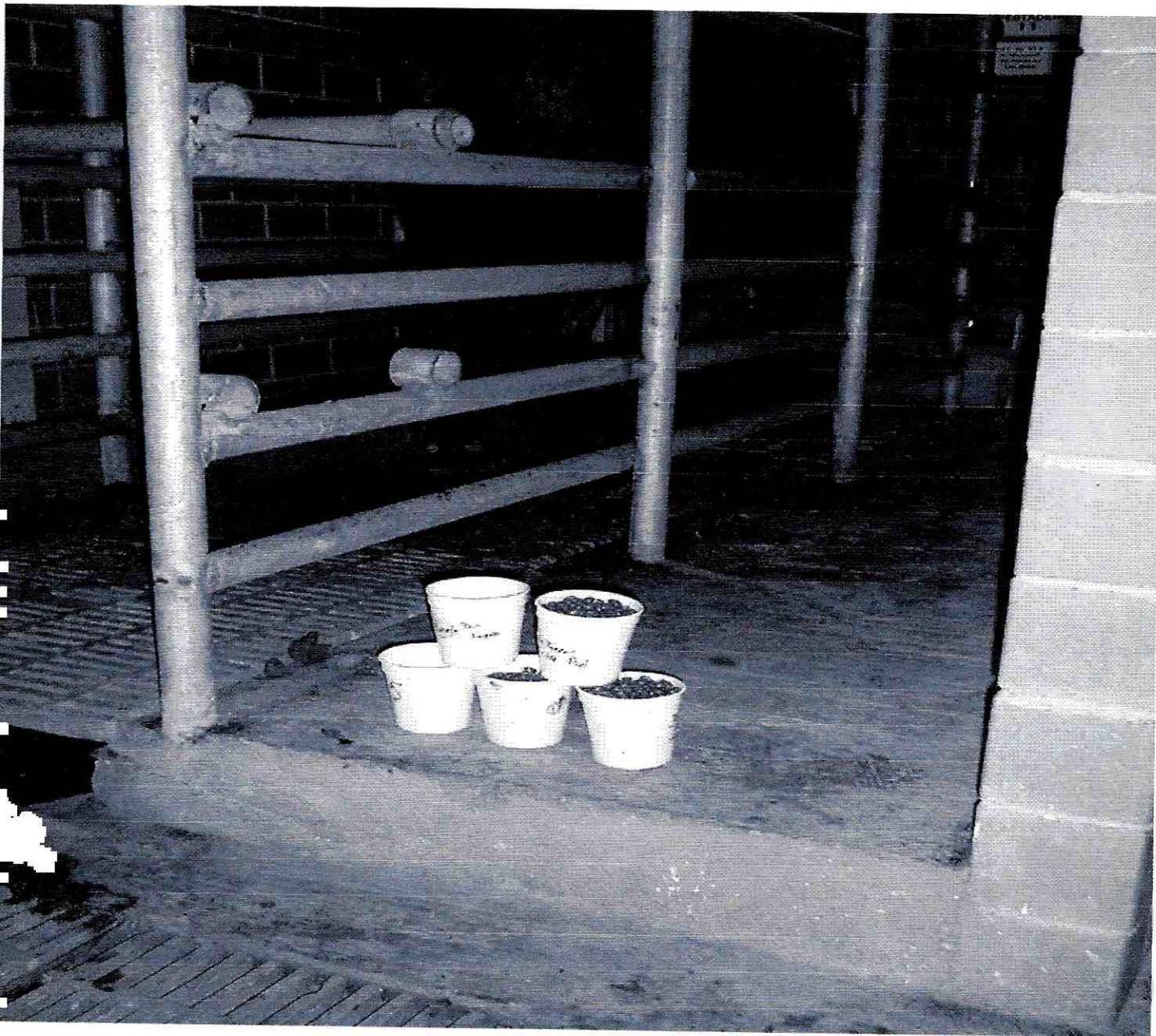


IMAGEN 5.1. Selección del material (garrapatas repletas).

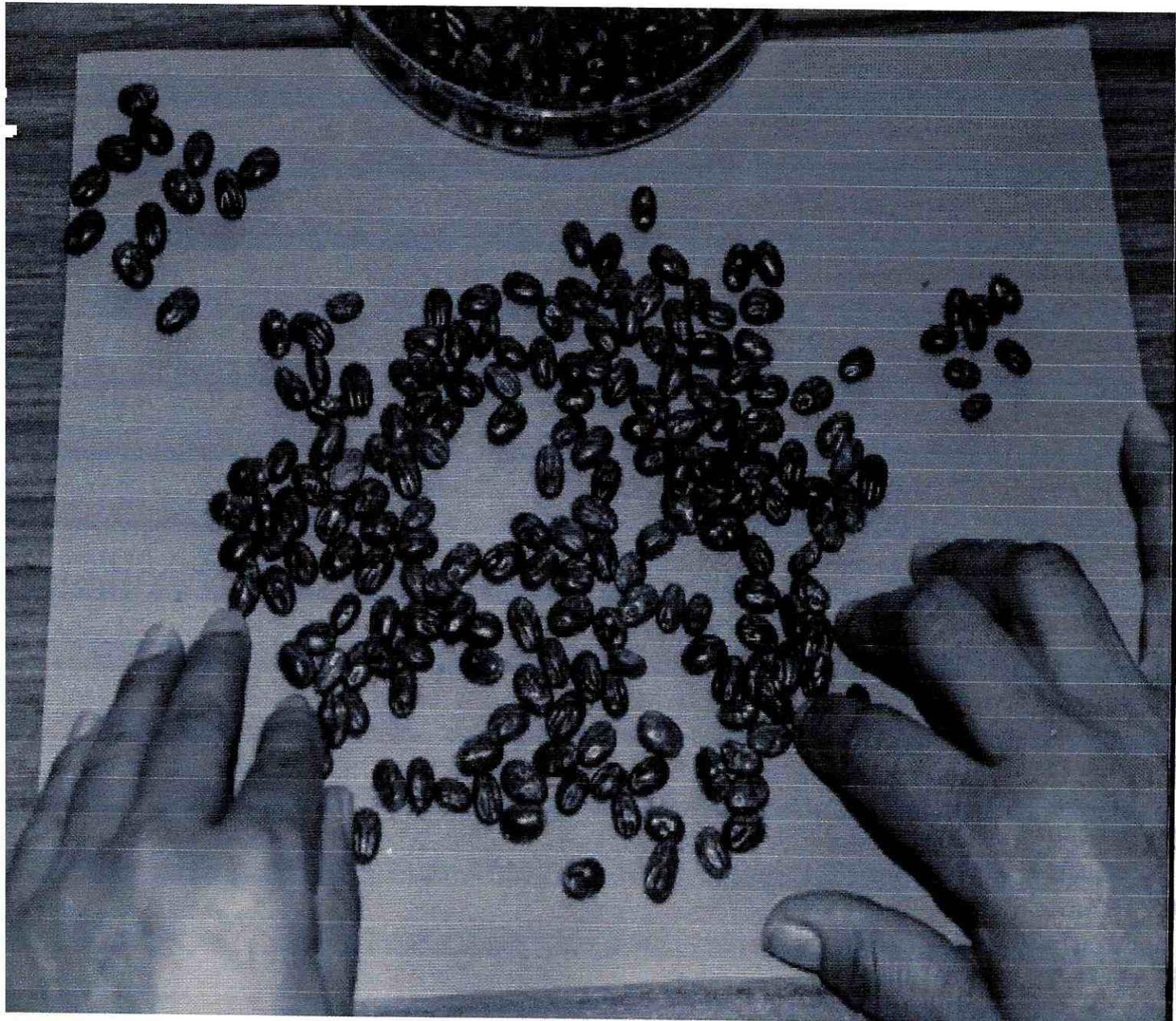


IMAGEN 6.1. Diluciones del insecticida botánico neem para el tratamiento de hembras repletas de *B. microplus* en laboratorio.



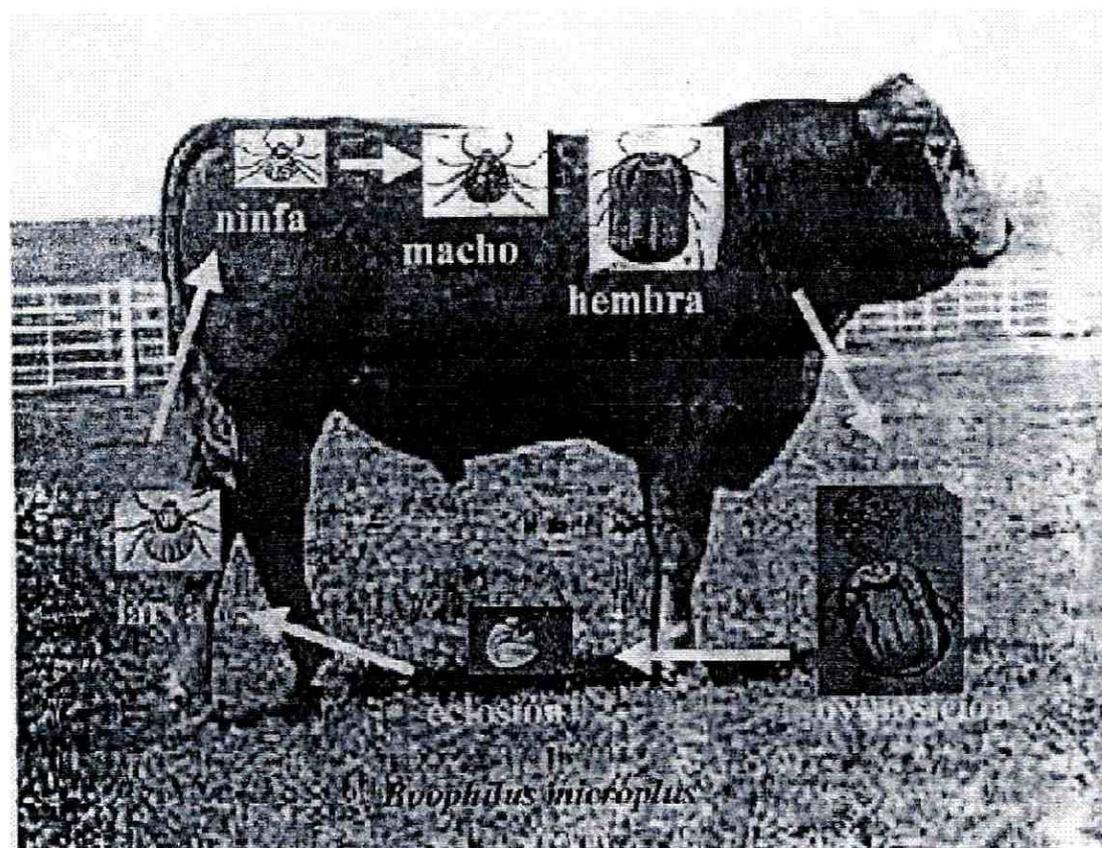
IMAGEN 7.1. Inmersión de garrapatas repletas de *B. microplus* en diversas concentraciones de neem.



IMAGEN 8.1. Incubación de garrapatas repletas y huevecillos de *B. microplus* bajo condiciones de laboratorio a 27 °C y humedad de 80%.



IMAGEN 9.1. Ciclo biológico de la garrapata *B. microplus*



BIBLIOGRAFÍA

Anónimo, 2000. Oil Spray. Neem oil. Folleto Divulgación. Seminex.

Anónimo. 1963. Enfermedades Transmitidas por la Garrapata. Campaña Nacional contra la Garrapata. SAG. México Avícola Agropecuario. Año 1 No 2.

Anónimo, 1984. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Ticks parasitizing livestock; chemical control of ticks; ecological principles in tick control. In: FAO ed. Ticks and tick-borne disease control. A practical field manual. Vol. I. Rome: FAO/UNO. pp. 1-73, 74-94, 188-245.

Ahmed, S. and Grainge, M. 1985. The use of indigenous plant resources in rural development: Potential of the Neem tree. Int. J. Dev. Tech. pp. 3, 123.

Ahmed, S. and Grainge, M. 1986. Potential of neem tree (*Azadirachta indica* Juss). for pest control and rural development. Economic Botany. pp. 201- 209.

Bailey, L. H. 1977. Manual of cultivated plants. Mc. Millan Publishing, C.O., Inc. New York. pp. 612-613.

Benge, M. D. 1988. Cultivation and propagation of the Neem tree. In: Focus on Phytochemical Pesticidas. Vol. 1: The Neem tree Martin Jacobson Ed. C. R. C. Press Inc. Boca Ratón, Florida.

Bhat, K. 1991. El árbol Nim. Revista Perfiles Liberales. Edición 24. Venezuela. pp. 59-60.

Bram, R. A. 1983. Tick-Borne Livestock diseases and their vectors. In Tick and tickborne diseases selected articles from the world animal review. Food and agriculture organization of the united nations. FAO. Rome, Italy. pp. 2-16.

Brown, C.G.D; A. G Hunter y A. G. Luckins. 1990. Diseases caused by protozoa. In: Sewell MMH, Brocklesby DW, ed. Handbook on animal diseases in the tropics. Great Britain: Baillière Tindall. pp.161-170.

CONASAG. 2000. Condición Zoosanitaria de Sanidad Agropecuaria.

<http://www.sagar.gob.mx/Dgai/condicionzoo.htm#m4>

Cordero, M., A. Rojo. 1999. Parasitología Veterinaria. Ed. Interamericana. España. pp. 420-429.

Cruz, D. 1993. Nim: Programa para promover el desarrollo rural en Venezuela. Cooperativa Mixta El Buchal, Dabajuro, Estado de Falcon, Venezuela. pp. 11.

Davey, R. B., E. H. Ahrens., J. E. George., J. S. Hunter and P. Jeannin.1998.

Therapeutic and persistence efficacy of Fipronil against *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae) on cattle.

<http://192.54.138.54/ctic/tektran/data/000007/58/00000/5802.html>.

De los Santos, A. 1994. El Nim y sus usos múltiples. Proyecto Nim. GTZ-IPL. Republica Dominicana. Primer Congreso Latinoamericano y del Caribe sobre Nim y otros insecticidas vegetales. Republica Dominicana. pp. 28.

Díaz, L. M. 1983. " Calculo de afinidades taxonómicas entre las regiones fisiográficas de México en relación a las garrapatas de interés pecuario". Tesis Profesional. U. A. E. M. Esc de Ciencias Biológicas. Cuernavaca, Morelos. México.

Durán, E. M. G. 2001. " Análisis Comparativo de la Actividad de Esterasas en cuatro cepas de Garrapatas *Boophilus microplus* Resistentes y Susceptibles a Piretroides". Tesis Licenciatura, F. C. Q. B. Universidad Autónoma de Guerrero. pp. 6, 12, 13, 14.

Drummond, R. O. 1977. Resistance in ticks and insects of veterinary importance. In Pesticide management and insecticide resistance. Academic Press. New York. San Francisco-London. pp.303, 306, 307, 310.

- Drummond, R. O. 1983. Tick – Borne Livestock diseases and their vectors. Chemical control of ticks. In ticks and tickborne diseases. Selected articles from the world animal review. Food and agriculture Organization of the united nations. FAO. Rome, Italy. pp. 1, 7, 8, 6, 9, 10.
- Escutia, S. I. 1987. Anaplasmosis y Piroplasmosis en bovinos. Memorias: XI CONGRESO NACIONAL DE BUIATRIA. Guadalajara, Jal. México.
- Fagoone, I. 1980. Germination test with Neem seeds. In: Natural pesticides from the neem tree and other tropical plants. Schmitterer. H. and Ascher K. R. S. Eds. GTZ. Press Eschborn West Germany. pp. 537-538.
- Farries, John. Mayo. 1996. Study on the effects of neem oil extractto control external parasites on cattle. Small farms newsletter. # 28.
- Fischer, N. 1997. Clasiffication of Ticks.
<http://members.ozemail.com.au/~Norbertf/Clasiffcation.htm>
- Fishwick, R. W. S. _____. Neem (*Azadirachta indica* A. Juss). Plantations in the Sudán zone of Nigeria Rep. Prepared for the chief conservator of forest, Northern Nigeria. Undated.

Fragoso, Sánchez H., N. Soberanes, C., M. Ortiz E., M. Santamaría V. Y A. Ortiz Najera. 1995. Epidemiología de la resistencia a ixodicidas piretroides en garrapatas *Boophilus microplus* en la República Mexicana. En Seminario Internacional de Parasitología Animal. " Resistencia y Control en garrapatas y moscas de importancia veterinaria. SAGAR- CANIFARMA- FAO – IICA – INIFAP. pp. 58.

González, A, y S. García. 1992. Nuevos Conceptos sobre el Control de la Garrapata. En México Ganadero. No 366. pp. 37-39.

González, R. L. y S. M. Martínez. 1994. Nim (*Azadirachta indica* Juss). (Geraniales: *Meliaceae*), su cultivo y explotación como insecticida de origen botánico y otros usos, descripción y perspectivas en la región centro del estado de Veracruz, México. Tesis Licenciatura. Universidad Veracruzana, Córdoba, Ver. pp. 134.

Guzmán, M. y A. K. Gruber. 1994. Establecimiento y manejo de plantaciones de Nim (*Azadirachta indica* A. Juss), en Nicaragua. En Primer Congreso Latinoamericano y del Caribe sobre Nim y otros insecticidas vegetales. Republica Dominicana. pp. 28.

Grupoese, 1999. Publicación Mensual. Recomendaciones para el Manejo del Ganado Bovino. Año 1. No. 3. Agosto.

<http://www.grupoese.com.ni/1999/bolsa/económica/d3/p8n379.htm>.

Harris, R. L., O. H. Graham and W. C. McDuffie. 1965. Resistance of Livestock Insects to Insecticides in the United States. In Agricultural and Veterinary Chemicals and Agricultural Engineering. Chandler Publications LTD.

Hoffmann, Anita. 2000. Las Bombas Succionadoras de Sangre.

<http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia>

[/volumen2/ciencia3/060/htm/sec-13.htm](http://volumen2/ciencia3/060/htm/sec-13.htm)

[Http://www.biosci.ohio.state.edu/parasite/boophilus.html](http://www.biosci.ohio.state.edu/parasite/boophilus.html). (B)

[Http://www.neemfoundation.org/pest.htm](http://www.neemfoundation.org/pest.htm). (C).

[Http://www.winrock.org/forestry/factpub/Spusonim.htm](http://www.winrock.org/forestry/factpub/Spusonim.htm). (A).

Información Científica y Tecnológica, 1987. Vampiresca pesadilla del ganado.

Revista Ciencia / Vol. 9 No 135 pp. 34- 36.

Jacobson, M. 1987. Neem research and cultivation in the Western Hemisphere.

In Proc. 3rd. Int. Neem Conf., Nairobi, Kenya. Schmuttterer, H. and Ascher,

K. R. S., Eds. GTZ. Press, Eschborn, West Germany.

- Jamroz, R. C; F. Guerrero; J. H. Pret; D. D. Oehler and R. S. Miller. 1999. USDA. Agricultural research service.
<http://www.naiusda.gov/ctic/tektran/data/00009/98/0000099893.html>.
- Landeros, J., E. Guerrero y M. Sánchez. 1999. Garrapatas: Aspectos Sobre su Biología, Morfología, Taxonomía y Transmisión de Enfermedades. UAAAN. División de Agronomía. Departamento de Parasitología. pp.69.
- Leos, M. J. 1991. Importación y diseminación del árbol insecticida Nim (Azadirachta indica A. Juss) en México. En Avances de Investigación. Centro de Investigaciones Agropacuarias. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. pp. 110.
- Lozoya, A., S. Castro. 1985. Garrapatas en Ganado Bovino. Biología, Hábitos y Métodos de Control en México y Centroamérica. UAAN. División de Agronomía. Departamento de Parasitología Agrícola. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. pp. 122.
- Mc Cosker. 1981. The global importance of Babesiosis in: Babesiosis.- Ed. Ristli M. Ac. Press. pp. 1-24.
- Manual para el Inspector. _____. Fideicomiso Campaña Nacional Contra La Garrapata. S.A.R.H. B.N.C.R. pp. 5-7.

Manual de Bayer de la Garrapata. 2000.

<http://www.sanidadanimal.com/manuales/garrapatas.htm>

Martínez, Ibáñez. Francisco. 2001. Curso. Importancia Económica, Biología, Control, Diagnóstico de Resistencia en Garrapatas *Boophilus microplus*, Mosca del cuerno *Haematobia irritans* y Helmintos Gastroentericos en bovinos. Comisión Nacional de Sanidad Agropecuaria; Centro Nacional de Servicios de Constatación en Salud Animal.

Morales, S. M. 1981. Caracterización y manejo de cepas de *Boophilus* Spp. Resistentes a Acaricidas. F. C. N. C. G. CENAPA. Área de Constatación. Departamento de Resistencia.

Munakata, K. 1997. Insect feeding deterrents in plants, Chemical Control of insects behavior. Shorey, H. H. and Mckelvey, J. J. Jr. (Eds). Wiley, New York, N. Y. pp. 93-99.

National Academy Press. 1992. Neem: A tree for solving global problems. Report of an Ad Hoc . Panel of the board on science and technology for international development. National Research Council, Washington. D. C. pp. 107.

Neri, Orantes Salvador. 2001. Curso. Importancia Económica, Biología, Control, Diagnóstico de Resistencia en Garrapatas *Boophilus microplus*, Mosca del cuerno *Haematobia irritans* y Helminos Gastroentericos en bovinos. Comisión Nacional de Sanidad agropecuaria; Centro Nacional de Servicios de Constatación en Salud Animal.

O' Brien, R. D. 1971. Insecticides action and metabolism. Fourth Printing. Academic Press, Inc. New York. London. pp. 231.

Office International des Epizooties (OIE). 1982. Estimación de pérdidas económicas por enfermedades en la ganadería mexicana durante el año de 1980. En: OIE ed. Sanidad animal y economía, Serie Técnica N° 3. París, Francia, pp. 375-388.

Organización Cooper de Investigaciones. Mayo 1970. Control de las garrapatas del ganado vacuno. Cooper, McDougall a Robertson Ltd. Berkhamsted, Inglaterra. pp. 2-4.

Osorno, M. B y M, Ristic. 1977. Anaplasmosis bovina con énfasis en el control, diagnóstico, distribución de la enfermedad en México y uso de una vacuna atenuada de *Anaplasma marginale*. Vet. Méx. 8: pp. 85-98.

Purnell, R. E., M, Ristic., J, Kreier. 1981. Babesiosis in variuos hosts. New York: Academic Press. pp. 25-31.

- Pradhan, P. K. and M. G. Jotwani. 1968. Neem as an insect deterrent. Indian Farming. pp. 12.
- Prontuario de Especialidades Veterinarias. 2000. PLM.
pp. 295, 323, 622, 308, 329,364, 472.
- Plice, M. A; P. J. Hamman and W. H. Newton. _____ External parasites of cattle. Texas Agricultural Extensión Service. Texas A & M, University. B- 1080. College Station, Texas. pp. 4-8.
- Pliske, T.E. 1984. The stablissment of Neem plantations in the American tropics. In Natural pesticides from the Neem tree and other tropical plants. Eds. Press Eschborn West, Germany. pp. 521.
- Radwanski, S. A. and G. E. Wickens. 1981. Vegetative fallows and potential value of the Neem tree (*Azadirachta indica*) in the tropics. Econ. Bot. pp. 35, 398.
- Radwanski, S. A. 1977. Neem tree commercial potential characteristics and distribution, World crops Livestock. pp. 29, 62.
- Rodríguez, N. 1992. Infección experimental por *Babesia* spp en bovinos. En: 1er. Taller internacional sobre diagnóstico y control de anaplasmosis y babesiosis en rumiantes. UADY. FMVZ. Yucatán, México, pp. 3-13.

Saxena, R. C. N. J. Líquido, and H. D. Justo. 1980. Neem seed oil a potential antifeedant for the control of the rice brown planthopper *Nilaparvata lugens*. In: Natural pesticides from the Neem tree (*Azadirachta indica* Juss). Proc. Ist.

Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. NOM-019-ZOO-1994. Campaña Nacional Contra la Garrapata *Boophilus* spp

Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. NOM-006-ZOO-1993. Requisitos de efectividad Biológica para los Ixodicidas de uso en Bovinos y Método de Prueba.

Seminario Internacional de Parasitología Animal. Memorias. 1986. Cuernavaca, Mor. Septiembre. S. A. R. H. y A. M. P. A. V. E. pp. 70, 71 y 72.

Silva, G. S. 2002. Insecticidas Vegetales. Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Chile.

<http://pmworld.umn.edu/cancelado/Spchapters/GsilvaSp.htm>.

Solís, S.S. 1991. Epidemiología de garrapatas *Boophilus* y *Amblyomma* en México. en Memorias del II Seminario Internacional de Parasitología Animal. Garrapatas y enfermedades que transmiten. Morelos, México, pp. 19-30.

Sumano, H. 1996. Farmacología Clínica en Bovinos. Ed. Trillas. México. pp. 155-170.

- Schmutterer, H. 1990. Properties and potencial of natural pesticidas from the Neem tree *Azadirachta Indica*. *Ann. Rev. Entomol.*35. pp. 271- 297.
- Schmutterer, H.1985. Wich insect pests can be controlled by application of neem seed Kernel extracts under field conditions. *Zangew Entomol*, 100 (5). pp. 468-475.
- Sprigell, P. H. 1983. The Cattle tick in relation to animal production in Autralia. in ticks and tick-borne diseases selected articles from the **WORLD ANIMAL REVIEW**. M-27.15BN 92-5-101289-X. Food and Agriculture organization of the united nations. FAO. ROME. pp. 2, 3, 4, 5, 6, 7.
- Stricklad, R. K; R. R. Gerrish; J. L. Hourrigan and G. O. Schubert. 1976. Ticks of Veterinary Importance. Animal and Plant Health Inspection Service. USDA. Agriculture Handbook. No. 485.
- Taveras, F. 1994. Plagas y Enfermedades asociados al Nim (*Azadirachta indica* A. Juss) (*Meliaceae*) en la República Dominicana. Primer Congreso sobre Nim y otros insecticidas vegetales. República Dominicana. pp. 43.
- Towsend, L. 2000. Lice and Tick Control on Animals. University of Kentucky. <http://www.uky.edu/Agriculture/PA1/2000/rec/livestk/recdairy/dame.htm>.
- The State Queensland. 2001. Tick Fever Bovine Anaplasmosis. <http://www.dpi.qld.gov.au/tikfever/2349.html>

Vázquez, G.M. 1992. Biorreguladores de origen vegetal: Una alternativa para el control de plagas agrícolas. En Memorias del II Simposio y I Reunión Nacional sobre Agricultura Sostenible: Un enfoque ecológico, socio-económico y de desarrollo tecnológico. Colegio de Postgraduados e Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Guadalajara, Jal., México. pp. 137-143.

Wharton, R.H. 1983. Acaricide resistance and alternative methods of tick control. In Tick and tick-borne diseases selected articles from the world animal review. Food and agriculture Organization of the united nations. FAO. Rome, Italy. pp. 12, 19, 11.

Wood, A. 2001. Compendium of Pesticide Common Names. http://www.hclrss.demon.co.uk/class_insecticides.html.

Woodam, C. B. A., Gonzáles Origel., A López León y R. Guereña Morales. 1983. "Progresos en la erradicación de las garrapatas *Boophilus microplus* en México" 1960-80 Revista Mundial de Zootecnia No 48 FAO Roma, Italia, pp. 18, 24.