

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



Evaluación del Efecto de Extracto de Nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) Como
Garrapaticida Orgánico

Por:

ERIKA AVILA TORRES

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Saltillo, Coahuila, México Noviembre

2025

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

Evaluación del Efecto de Extracto de Nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) Como
Garrapaticida Orgánico

por:


ERIKA AVILA TORRES

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dr. Luis Lauro de León González
Asesor Principal

Dr. Dino Ulises González Uribe

Coasesor



M. C. Luis Pérez Romero

Coasesor



M. C. Pedro Carrillo López
Coordinador de la División de Ciencia Animal

Saltillo, Coahuila, México Noviembre 2025

DEDICATORIA

A Dios

Por brindarme salud y fortaleza durante este tiempo difícil de pandemia, así como en la culminación de este trabajo que es el inicio de muchos logros en mi vida profesional.

A mis padres

Gracias a su trabajo y esfuerzo para apoyarme en toda la carrera, por su apoyo incondicional desde que tengo uso de razón, darme su amor, cariño e inculcar valores en mi vida, amor al campo, a los animales, por darme la mejor herencia que un padre puede darle a un hijo: el estudio.

A mis hermanos

Ser la mayor de mis cuatro hermanos, fue una inspiración por darles un ejemplo a seguir, cumpliendo sus sueños y que con esfuerzo y dedicación todo es posible.

AGRADECIMIENTOS

A la UAAAN

Por abrirme las puertas de esta casa de estudios cumpliendo una de mis metas, obtener el título de Ingeniero Agrónomo Zootecnista, por brindarme experiencias y amistades únicas durante la carrera.

Al Dr. Luis Lauro de León González

Por su participación en la realización de este trabajo.

Al Dr. Dino Ulises González Uribe

Por su gran apoyo en el análisis estadístico de este trabajo.

Al M. C. Luis Pérez Romero

Por su participación en la revisión del trabajo.

Al Dr. Juan Ricardo Reynaga Valdez

Por el asesoramiento brindado durante su estancia en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

MANIFIESTO DE HONESTIDAD ACADÉMICA

La suscrita Erika Avila Torres, estudiante de la carrera de Ingeniero Agrónomo Zootecnista, con matrícula 41153081 y autor de esta tesis, manifiesto que:

- 1.- Reconozco que el plagio académico constituye un delito que está penado en nuestro país.
- 2.- Las ideas, opiniones, datos e información publicados por otros autores y utilizado en la presente

Tesis, han sido debidamente citados reconociendo la autoría de la fuente original.

- 3.- Toda la información consultada ha sido analizada e interpretada por el suscrito y redactada según su criterio y apreciación, de tal manera que no se ha incurrido en el "copiado y pegado" de dicha información.

- 4.- Reconozco la responsabilidad sobre los derechos de autor de los materiales bibliográficos consultados por cualquier vía y manifiesto no haber hecho mal uso de ninguno de ellos.

- 5- Entiendo que la función y alcance de mi Comité de Asesoría, están circunscritos a la orientación y guía respecto a la metodología de la investigación realizada en esta tesis, así como del análisis e interpretación de los resultados obtenidos y, por lo tanto, eximo de toda responsabilidad relacionada al plagio académico a mi Comité de Asesoría y acepto que cualquier responsabilidad al respecto es únicamente por parte mía,

ATENTAMENTE



Erika Avila Torres Tesista de Licenciatura

ÍNDICE GENERAL

	Página
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
MANIFIESTO DE HONESTIDAD	
ACADÉMICA	v
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	x
RESUMEN	xi
I. INTRODUCCIÓN 1	
Objetivo general	2
Objetivos específicos	2
Hipótesis	2
Justificación	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA 4	
Antecedentes	4
Descripción de planta de nim (<i>Azadirachta indica</i>)	4
Morfología	5
Raíz	5
Hojas	5
Flores	5
Frutos	6
Semillas	6
Composición	6
Hábitat	7

Usos	.....	7
Descripción de la garrapata	.....	8
Ciclo Biológico	.....	8

		Página
Huevo	.....	10
Larva	.....	10
Ninfa	.....	10
Adulto	.....	10
Garrapatas duras	.....	11
Garrapatas de tres hospederos	.....	12
Garrapatas argásidas (blandas)	.....	12
Morfología de la garrapata	.....	12
Importancia de las garrapatas	.....	13
Control de garrapatas con productos químicos	.....	14
Control biológico de las garrapatas	.....	15
Defensas naturales de las plantas	.....	15
Diluciones homeopáticas	.....	16
Extractos vegetales	.....	17
III. MATERIALES Y MÉTODOS	.....	19
Localización del área de estudio	.....	19
Material vegetal	.....	19
Obtención del extracto	.....	19
Producto químico garrapaticida	.....	20
Tratamientos	.....	20
Unidad de muestreo	.....	21
Identificación de las garrapatas	.....	22

Aplicación de los tratamientos	22
Variables evaluadas	22
Conteo inicial	22
Conteo posterior a la aplicación de los tratamientos	22
Análisis estadístico y diseño experimental	23

Página

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
Identificación de las garrapatas	25
Análisis estadístico y diseño experimental de mortalidad de <i>B. microplus</i>	25
V. CONCLUSIONES	30
VI. LITERATURA CITADA	31

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Estructura química de la Azadiractina	6
Figura 2. Garrapata dura, partes principales de la hembra adulta	11
Figura 3. Ciclo de vida de las garrapatas de un hospedero	11
Figura 4. Ciclo de vida de las garrapatas de tres hospedadores	12
Figura 5. Localización del área de estudio	19
Figura 6. Área delimitada en becerro	21
Figura 7. Área delimitada en becerra	21
Figura 8. Área delimitada en semental	21
Figura 9. Área delimitada en vaca número 1	21
Figura 10. Área delimitada en vaca número 2	21
Figura 11. Área delimitada en vaca número 3	21
Figura 12. Área delimitada en vaca número 4	22
Figura 13. Área delimitada en vaca número 5	22
Figura 14. Valores de la mediana de mortandad porcentual de garrapatas por tratamiento para los intervalos de tiempo de cuatro h, 24 h, cuatro días y cinco días	27

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Ixodicidas y lactonas macrocíclicas utilizadas en México para el control de garrapatas en el ganado bovino	15
Tabla 2. Tratamientos y concentraciones del extracto de <i>A. indica</i> utilizados en el experimento	20
Tabla 3. Intervalo de tiempo entre las lecturas de cada aplicación	23
Tabla 4. Prueba de normalidad W de Shapiro- Wilk ($P < 0.01$) para mortandad de garrapatas en los tratamientos	25
Tabla 5. Prueba de normalidad W de Shapiro- Wilk ($P < 0.01$) para mortandad en garrapatas en los intervalos de tiempo	25
Tabla 6. Análisis estadístico descriptivo para los datos de mortandad por tratamiento y por intervalo de tiempo	26

RESUMEN

Se probó la efectividad del extracto botánico de *Azadirachta indica* o nim como garrapaticida orgánico comparado con el producto químico Asuntol, en ganado bovino. El experimento se realizó en el rancho El Limoncito de la comunidad de Tecajec en el municipio de Yecapixtla, Morelos. Con hojas secas de *A. indica*, se obtuvo un extracto hidroalcohólico a concentraciones de 50, 60, 70, 80 y 90 por ciento. Se marcaron cinco unidades de muestreo en bovinos por tratamiento y se hizo un conteo inicial de garrapatas. En atomizadores individuales se colocaron las distintas concentraciones y se aplicaron en las unidades de muestreo. Las lecturas de garrapatas muertas se tomaron a los 20 min, dos h, cuatro h, 24 h, cuatro días y cinco días. Los datos del experimento se analizaron con un diseño no paramétrico de Kruskal-Wallis ($P < 0.01$) y posteriormente con una corrección de Bonferroni ($\alpha < 0.05$). Hubo diferencias estadísticas ($P < 0.05$) en los valores de las medianas de la mortandad en los tratamientos a las 4 h, 24 h y cuatro días; a los cinco días no hubo diferencias ($P > 0.05$). Al quinto día, el Testigo (Asuntol) la mediana fue del 74.05 por ciento, en T2 del 65.06 por ciento, para T3 del 68.71 por ciento, en T4 de 63.43 por ciento, para T5 el 60.60 por ciento y en T6 un 54.37 por ciento. En forma individual la mortandad de T1 tuvo un mínimo de 18.86 por ciento y un máximo de 98.21 por ciento, en T3 las medianas fueron de 32.20 por ciento y 98.89 por ciento, respectivamente, lo cual puede indicar la necesidad de examinar cuidadosamente cada concentración y sus efectos en la variable de estudio.

Palabras clave: *Azadirachta indica*, concentraciones, efectividad, garrapatas, mortandad.

I. INTRODUCCIÓN

El sector pecuario enfrenta grandes problemas relacionados con la presencia de garrapatas (Domínguez *et al.*, 2010), lo que representa fuertes pérdidas para su economía y desarrollo (Buczek y Bartosik, 2006). Estos animales son ectoparásitos de hábitos hematófagos que causan grandes daños en bovinos, caprinos, porcinos, equinos, ovinos, fauna silvestre; es la causa principal de las pérdidas económicas de los ganaderos (Domínguez *et al.*, 2010), este problema se presenta principalmente en las zonas tropicales y subtropicales debido a las lluvias y a las temperaturas altas donde el ganado es de doble propósito (Buczek y Bartosik, 2006).

Las garrapatas son ácaros de tamaño pequeño o mediano, son parásitos importantes por su actividad chupadora de sangre ya que este es su alimento, teniendo consecuencias directas e indirectas como: poca ganancia de peso, acción tóxica e infecciosa, debilitamiento, retardo en el crecimiento de los animales jóvenes, disminución de la producción de leche y carne llegando a causar la muerte, dañan el cuero y transmiten dos tipos de protozoos del género *Babesia*: *Babesia bovis* y *Babesia bigemina* (Domínguez *et al.*, 2010).

El control de las garrapatas está basado principalmente en el uso de productos químicos (FAO, 2014) ya sea por medio de baños, aspersión mecánica, aspersión manual, entre otros. Esto ha provocado resistencia al paso de los años. La gran diversidad de productos químicos tales como los arsenicales, órganoclorados, órganofosforados, carbamatos, piretroides sintéticos, amidinas y actualmente ivermectinas, hace necesario desarrollar nuevas opciones para combatir este problema. En respuesta están los garrapaticidas orgánicos a base de extractos botánicos como una opción viable al cuidado animal y amigable con el ambiente (Domínguez *et al.*, 2010).

Existen extractos botánicos que ayudan al control de las garrapatas de manera efectiva y que no son costosos, por ejemplo: la gobernadora (*Larrea tridentata*) tiene propiedades anti fúngicas cuando su material vegetativo se le seca y se le muele (Moreno *et al.*, 2011). En un estudio Rodríguez *et al.* (2006) comparó el potencial acaricida del extracto hidroalcohólico de *L. tridentata* con el producto químico Nokalt (Amitraz) y encontraron que el extracto botánico igualó en resultados de mortandad al producto comercial. Otra investigación en el extracto de *L. tridentata* probó su efectividad como garrapaticida orgánico en bovinos, demostrando su efectividad a los cinco días de la aplicación (98.4 por ciento), igualando al producto químico GARRA BAN MO 2

29®; por otro lado, se encontró que el producto químico mostró resultados a las 24 h, mientras que el extracto botánico lo hizo a los cuatro días (Gutiérrez, 2018).

A nivel mundial y específicamente en África en 1959, se realizaron estudios con la planta de nim, encontrando que productos derivados de dicha planta afectan a aproximadamente 200 especies de insectos, algunas de ellas son garrapatas, nematodos, bacterias y algunos hongos. (Pijoan, 2004).

Objetivo General

Evaluar el efecto de extracto de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) como garrapaticida orgánico.

Objetivos Específicos

- Documentar los efectos de distintas concentraciones del extracto botánico de *Azadirachta indica* contra un garrapaticida químico en el control de garrapata.
- Estimar la concentración de extracto botánico de *Azadirachta indica* con mayor por ciento de mortandad de garrapatas.
- Determinar la concentración de extracto botánico de *Azadirachta indica* y el tiempo de mayor mortandad de garrapatas.

Hipótesis

- No existen efectos de distintas concentraciones del extracto botánico de *Azadirachta indica* mejores que el garrapaticida químico, en el control de garrapata.
- No se obtiene concentración de extracto botánico de *Azadirachta indica* con mayor porcentaje de mortandad de garrapatas.
- No se determina la concentración de extracto botánico de *Azadirachta indica* ni el tiempo de mayor mortandad de garrapatas.

Justificación

La sanidad animal en la ganadería es de importancia vital para los productores, se debe llevar un control en las garrapatas ya que provocan baja productividad, enfermedades y en casos más severos pueden causar la muerte de los animales. El método de control más común son los baños de inmersión y de aspersión con productos químicos, sin embargo, al paso de los años se crea resistencia, provocando costos más elevados al requerir más aplicaciones, generando una pérdida en los ingresos de los ganaderos. En la actualidad, se han diagnosticado poblaciones resistentes de garrapatas a productos órganofosforados, piretroides y amidinas, una opción de bajo costo, amigable con el ambiente y benéfica para la salud humana son los extractos botánicos de *Azadirachta indica* o nim. Lo que representa una opción viable para el control de garrapatas y reducción de costos en la aplicación.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Antecedentes. El humano aprendió a utilizar las propiedades de las plantas que había en su entorno, distinguiéndolas entre benéficas y perjudiciales; fue de importancia vital conocer cómo utilizarlas ya que ayudaron a mejorar sus condiciones de vida. Actualmente, se sabe que la acción medicinal de una planta se debe a todos sus componentes y no sólo al llamado ingrediente activo. Entre los pocos compuestos vegetales identificados con propiedades insecticidas, están los derivados de *A. indica* o nim, presentan esta actividad debido a los compuestos activos (tetranortriterpenoides) que se acumulan en las hojas, la corteza y semilla que son utilizados en el control de importantes insectos plaga en la agricultura (FAO, 2014). Esta planta es originaria del sur de Asia y crece en las regiones más secas del sur de la India. Contiene diversos componentes con actividad insecticida, de los cuales el más importante es la Azadiractina (AZA), un tetranortriterpenoide natural estructuralmente similar a la hormona de los insectos llamada Ecdisona (hormona de la muda), la cual controla el proceso de metamorfosis cuando los insectos pasan de larva a pupa y a adulto o las mudas de crecimiento (Parrotta y Chaturvedi, 1994; FAO, 2014).

Otra especie vegetal estudiada en el control de insectos y ácaros es *L. tridentata* o gobernadora, contiene extractos alcohólicos (metanólicos y etanólicos) que inhiben el crecimiento de los hongos *Aspergillus flavus*, *A. niger*, *Penicillium chrysogenum*, *P. expansum*, *Fusarium poae* y *F. moniliforme* en un rango de 41.5 por ciento a 100 por ciento. La actividad antifúngica del extracto de resina hidrosoluble (1,000 y 2,000 ppm) de la gobernadora fue investigada *in vitro* contra *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum coccodes* y *F. oxysporum f. sp. lycopersici* (Moreno *et al.*, 2011).

Descripción de planta de nim (*Azadirachta indica*). Es una planta cuyo origen no es preciso, en primer lugar se dice que proviene de las zonas secas de la montaña Siwalik de la India y Birmania, ubicados en la región tropical del Sureste Asiático. En segundo lugar, la ubican en el subcontinente Indo Pakistaní, en las áreas secas del Sur y Sureste Asiático, incluyendo Pakistán, Sri Lanka, Birmania, Tailandia, Malasia e Indonesia (Vietmeyer, 1992; Brechelt, 2004). Tiene propiedades insecticidas, controla plagas de campo y almacén, tiene uso medicinal, forestal y farmacológico (Cruz y del Angel, 2004). En su distribución original la llaman lila india o margosa (Berenguer *et al.*, 2013). La clasificación taxonómica de *A. indica* (Bánki *et al.*, 2024; Tropicos.org®, 2025) es la siguiente:

Reino: Plantae
Phylum: Tracheophyta
Subphylum: Angiospermae
Clase: Magnoliopsida
Orden: Sapindales
Familia: Meliaceae
Subfamilia: Melioideae
Tribu: Melieae
Género: *Azadirachta*
Especie: *indica*
Nombre Científico: *Azadirachta indica*

Morfología. La planta de *A. indica* es un árbol que crece recto y alcanza un grosor hasta de 2.5 m, la corteza es de color gris rojizo y de un espesor hasta de 2.5 cm, llega a alcanzar una altura de 30 m y un diámetro de copa de 25 m, se han encontrado individuos que han vivido más de 200 años.

Raíz. Presenta una raíz principal pivotante de rápido crecimiento y desarrollo, clave para resistir la sequía, lo que le permite vivir en suelos muy pobres, alcanza hasta el doble de la altura del árbol, con esto permite extraer nutrientes del subsuelo profundo.

Hojas. Son pecioladas de forma aserrada y de alrededor de siete a 10 cm de largo y, ancho de tres a cuatro cm; cuando son jóvenes (retoños) son de color rojizo cobrizo, al madurar cambian a verde oscuro; las hojas se agrupan en foliolos de 35 cm de largo, con una separación entre hojas de tres a cuatro cm; cada foliolo presenta siete pares, las hojas son compuestas imparipinadas más una terminal; la caída de hojas del árbol ocurre sólo bajo extrema sequía o después del daño por heladas.

Flores. Son pequeñas, de cinco mm, blancas, cremas o amarillentas, bisexuales, actinomorfas, que crecen en racimos de hasta 22 cm de largo de manera axilar; en plena floración su aroma y

néctar facilitan su polinización; la floración depende de las condiciones edafoclimáticas de cada región y su fecundidad depende de la cantidad de iluminación recibida, así como de la humedad del suelo, las que estimulan e inhiben el aborto floral.

Frutos. Es una drupa elipsoidal, lisa de 1.4 a 2.4 cm de largo, producido en racimos; el color de la cáscara al inicio de su formación es verde con endocarpio blanco y duro; al madurar la cáscara se torna amarillenta; la pulpa es jugosa y dulce, consumible por humanos, aves y animales; además, encierra a la semilla: el fruto tiene maduración desuniforme, no simultánea (ya que es posible ver en una misma rama flores, frutos inmaduros y frutos maduros), debido al brote secuencial de flores; en México maduran la mayoría de los frutos en julio y septiembre.

Semilla. Tiene forma elipsoidal, mide alrededor de 1.4 cm de largo y 6.5 mm de ancho, está envuelta de una cascara color café que contiene una semilla y algunas veces hasta dos; esta es la parte más importante del árbol porque en ella se almacenan todas sus propiedades (Cruz y del Angel, 2004).

Composición. El análisis de los aceites esenciales de *A. indica* ha encontrado alrededor de 20 sustancias (Figura 1), la azadiractina es la que se encuentra en mayor cantidad. También se han encontrado la salanina, el meliantrol, mimbolido y nimbina (Pijoan, 2004). Se ha demostrado la presencia de isómeros nuevos de azadiractina de los cuales Azaradictina es el metabolito más importante, por su actividad insecticida y cantidad presente en las semillas de *A. indica* (Govindachari *et al.*, 1991). Este limonoide interfiere en el proceso normal de la metamorfosis de insectos, reduce la fecundidad, el crecimiento, la ovipostura y la alimentación de los insectos (Schmutterer, 1990).

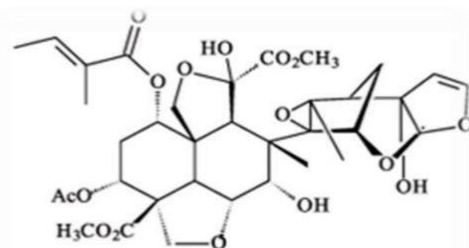


Figura 1. Estructura química de la Azadiractina. Fuente: (Mordue y Blackwell, 1993).

Hábitat. El árbol de *A. indica* fue introducido en México en 1989, se encuentra distribuido en varios estados como Yucatán, Veracruz, Oaxaca, Morelos, Chiapas, Guanajuato, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Durango, Baja California Sur y San Luis Potosí. Crece bien a una altitud desde la costa hasta casi 1,000 msnm; una vez establecido necesita de una atención mínima; se adaptan a una latitud que va desde los 5° Sur, hasta los 35° Norte, lo cual indica que tiene un alto rango de adaptación a las diferentes zonas de suelos; su mejor desarrollo ocurre en áreas con 1,200 mm de lluvia anual (subhúmedas), prospera bien en áreas húmedas hasta de 2,000 mm con buen drenaje, también en condiciones semiáridas, calientes y secas; el rango de temperatura que tolera desde los 5 °C hasta los 50 °C; las condiciones de suelo que requiere presentan buen drenaje, profundos, de textura franco arenosa o franco arcillosa, de pH entre 6.2 a 7.0; también soporta suelos salinos y ácidos con pH de 5 (Cruz y del Angel, 2004).

Usos. Se reporta que varias partes del árbol poseen efectos analgésicos, antihelmínticos, antiperiódicos, antipiréticos, antisépticos, antisifilíticos, astringentes, demulcentes, diuréticos, emenagógicos, emolientes y purgantes. Las preparaciones medicinales hechas con componentes de *A. indica* han sido utilizadas para tratar furúnculos, eczema, enfermedades oculares, dolores de cabeza, hepatitis, lepra, malaria, reumatismo, escrófula y úlceras. Se ha demostrado que los extractos de *A. indica* poseen propiedades antibacterianas, antidiabéticas, antifúngicas y antivirales. El aceite actúa como un poderoso espermaticida, lo cual podría tener implicaciones importantes para el desarrollo de contraceptivos de bajo costo también contiene ácidos mirístico y láurico y constituye una materia prima útil para la manufactura de cosméticos, lubricantes, ceras y otros productos. En el sur de Asia se utiliza en una escala comercial en la manufactura de jabones, pastas de dientes y otros productos (Vietmeyer, 1992). La raíz y la corteza del tallo son amargas, las frutas y flores tiernas, tienen la reputación de tener unas propiedades tónicas y se usan para tratar las fiebres intermitentes. Las hojas son usadas para mantener los insectos fuera de libros y ropa, para la preparación de una loción antiséptica y para hacer cataplasmas para heridas y una gran variedad de enfermedades de la piel. Para los alcances de la presente investigación, *A. indica* tiene uso como bioinsecticida, medicinal, forestal industrial y control de ectoparásitos (Cruz y del Angel, 2004).

Descripción de la garrapata. La clasificación taxonómica de la garrapata (Cordero del Campillo *et al.*, 1999) es la siguiente:

Reino: Animal

Phylum: Artrópoda

Subphylum: Chelicera

Clase: Arácnida (arañas, ácaros, escorpiones, garrapatas)

Grupo: Parasitiiformes

Orden: Acarina (garrapatas y ácaros)

Suborden: Ixodoidea

Familia: Ixodidae

Género: *Amblyomma*, *Bothriocroton*, *Dermacentor*, *Haemaphysalis*, *Hyalomma*, *Ixodes*, *Rhipicentor*, *Rhipicephalus*, *Nosomma*

Ciclo Biológico. Las garrapatas tienen cuatro estados evolutivos en su ciclo vital, que son: el huevo, la larva o pinolillo, la ninfa y el adulto. El desarrollo de las garrapatas ocurre en uno, dos o tres hospederos por lo que se denominan garrapatas de uno, dos o tres hospederos (Rodríguez *et al.*, 2011). En su ciclo vital, las garrapatas poseen cuatro estadios: huevo, larva, ninfa y adulto, para que las garrapatas logren su desarrollo es necesario que cursen por tres fases: No parasítica, de encuentro y parasítica; la fase no parasítica, es llamada de vida libre y comprende desde que la garrapata hembra repleta se desprende de su hospedero, hasta la aparición de las larvas en la vegetación; esta fase se divide en cinco períodos: a) preoviposición, b) oviposición, c) postoviposición, d) incubación y e) eclosión. La fase de encuentro se define como el proceso de transferencia de las larvas desde la vegetación al hospedero y está influenciada por variables básicas como la distribución, longevidad, ritmos de actividad de las larvas, la estructura y tipo de vegetación, así como la densidad de bovinos y aspectos relacionados con su comportamiento en el pastizal; el encuentro de hospedero comprende dos períodos: pasivo y búsqueda. La fase parasítica es el período que completa el ciclo biológico de la garrapata desarrollándose una serie de eventos patológicos sobre el hospedero que conllevan a las pérdidas directas e indirectas; la garrapata del género *Boophilus* presenta un ciclo de vida que se caracteriza por la utilización de un solo hospedero; la fase parasítica (larva, ninfa y adulta) ocurre sobre el mismo hospedero; la larva que se alimenta, muda a ninfa y posteriormente a adulta; machos y hembras copulan, la segunda queda grávida, se desprende y cae al suelo e inicia la fase no parasítica y de encuentro; en general, esta

etapa del ciclo biológico de *B. microplus* dura aproximadamente de 19 a 21 días en condiciones óptimas; una hembra repleta pone de 2,500 a 3,500 huevos (Rodríguez *et al.*, 2011).

Las larvas están en los zacates esperando al hospedador, cuando sube al bovino, se alimenta de sangre y muda a ninfa, sigue alimentándose y muda a adultos machos (gonandros) y hembras (partenoginas), se aparean y la hembra sigue chupando sangre hasta estar repleta y se transforma en teleogina, aquí abandona al hospedador, busca un lugar protegido en el suelo y comienza la puesta de huevos (3,500 a 4,000), a partir de los huevos se originan en neo larvas. La duración del ciclo oscila entre 20 a 41 días, siendo normalmente de 23 días y depende de la temperatura ambiente; las larvas pueden vivir en el zacate y sin alimentarse por 180 días, si las condiciones climáticas son óptimas; observando el ciclo biológico de *B. microplus*, se nota que hay dos fases, una fuera del hospedador, de vida libre (huevos, neo larvas y teleoginas recién desprendidas) el otro de vida parasitaria que va desde larvas a teleoginas y que se desarrolla sobre el bovino; esto sugiere que hay dos formas de combatir al parásito, uno en el campo (vida libre) aquí el control podría realizarse mediante pulverizaciones de praderas, clausuras de potreros por seis meses, labranzas y cultivos; pero éstos sistemas son pocos prácticos y/o económicos y habría problemas de intoxicaciones. La otra forma es sobre el bovino (vida parasitaria), hasta ahora el combate de *B. microplus* se ha orientado hacia las formas parasitarias que están sobre el hospedador. El control químico de las garrapatas está dirigido a cortar el ciclo biológico del parásito, por ello los baños se realizan cada 21 días, en las zonas de lucha; los productos que se usan para el control actualmente son el Amitraz, los piretroides sintéticos, fluazurón y avermectinas (Cetrá, 2001). La garrapata común *Rhipicephalus microplus*, es un ectoparásito hematófago asociado principalmente a los bovinos, aunque también puede parasitar a otro mamíferos domésticos y silvestres; esta garrapata tiene un ciclo biológico de un hospedador, donde los tres estadios parasitarios, larvas, ninfas y adultos (machos y hembras), se alimentan, mudan y copulan sobre el mismo individuo. El ciclo de *R. microplus* se divide en dos fases: una parasitaria, en la cual la garrapata se desarrolla sobre el bovino y, otra no parasitaria o de vida libre, que se cumple fuera del hospedador, en las pasturas; la fase no parasitaria comienza cuando las hembras ingurgitadas con sangre (teleoginas) se desprenden del bovino y caen al suelo para poner sus huevos; luego de 20 a 45 días, los huevos eclosionan y nacen las larvas; cuando éstas suben a un nuevo animal comienza nuevamente la fase

parasitaria, se alimentan para mudar al estado de ninfa y luego a adulto (machos y hembras) para copular y reiniciar el ciclo (Martínez *et al.*, 2021).

Huevo. En un solo lote una garrapata dura hembra puede poner huevos (de 2,000 a 20,000); el lugar donde todas las garrapatas ponen huevos es el ambiente físico, nunca en el huésped. La temperatura y la humedad afectan en gran medida a la eclosión de los huevos y a la actividad de las larvas; las condiciones cálidas son favorables para la eclosión (Feseha, 1983).

Larva. Las larvas son conocidas regionalmente como pinolillos, son de color café rojizo y únicamente tienen tres pares de patas; tienen un tamaño más o menos de la mitad del diámetro de un alfiler (0.9 mm), se les encuentra en masas en la tierra, en el zacate o en las hierbas de los potreros en que ha sido pastoreado el ganado infestado (Metcalf y Flint, 1962). La larva se alimenta de la sangre del hospedador y cae al suelo para realizar la muda, en las garrapatas de dos y tres hospedadores, dependiendo de la temperatura y la humedad, les puede tomar desde cinco días a varias semanas; también puede mudar a ninfa sobre el primer hospedador en garrapatas de dos hospedadores y luego dejarse caer. Las larvas de garrapatas de un hospedador, permanecen en él después de alimentarse y mudan después de un corto período de tiempo.

Ninfa. Las ninfas desarrolladas después de la muda de la larva, tiene sus mismas características, excepto que pueden vivir por más tiempo; en las especies de garrapatas de uno y de dos hospedadores, la ninfa se alimenta de sangre del hospedador y muda sobre él en un corto período de tiempo, mientras en las garrapatas de tres hospedadores, la ninfa cae al suelo, donde puede mudar dentro de las próximas dos semanas o después de varios meses (Anderson y Magnarelli, 2008). Las ninfas presentan la misma coloración que las larvas, son más grandes y presentan un par adicional de patas y, tienen ahora ocho patas por el resto de sus vidas (Metcalf y Flint, 1962).

Adulto. En el estado adulto se presenta la diferenciación sexual de las garrapatas; en las especies que mudan en el estado de ninfa sobre el hospedador, unas salen de la piel de la ninfa y se unen a otro sitio del hospedador como hembras, mientras otras garrapatas salen de la piel de la ninfa y se alimentan de sangre antes de diferenciarse a machos, proceso necesario para que ocurra la espermatogénesis. El comportamiento de los adultos de garrapatas que mudan en el suelo en el

estado de ninfa (garrapatas de tres hospedadores), es similar a sus estados larvales y ninfales y sólo se diferencia de estos porque pueden permanecer por períodos largos de tiempo sin alimentarse. La cópula de las garrapatas duras se da sobre el hospedador, después de lo cual la garrapata hembra se repleta de sangre y cae a la vegetación, donde busca un lugar húmedo y protegido en el cual poner sus huevos, después de esto la garrapata hembra muere; la duración de este ciclo depende de la adaptación de las especies de garrapatas duras a la temperatura, la humedad y la disponibilidad de hospedadores (Anderson y Magnarelli, 2008). Son de color verde olivo a gris azulado, tienen forma oval, con la cutícula dura, brillante y arrugada (Metcalf y Flint, 1962).

Garrapatas duras. Las garrapatas duras son ectoparásitos hematófagos conocidos como importantes ectoparásitos, necesitando sangre durante todo su ciclo de vida (Figura 2); las garrapatas presentan tres patrones de alimentación, que varían con el número de hospedadores, este patrón es dependiente de la especie de la garrapata involucrada, se encuentran garrapatas de uno (Figura 3), dos y tres hospedadores (Anderson y Magnarelli, 2008).

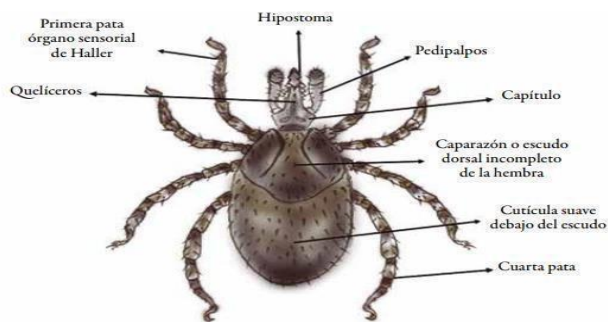


Figura 2. Garrapata dura, partes principales de la hembra adulta. Fuente: Polanco y Ríos (2016).

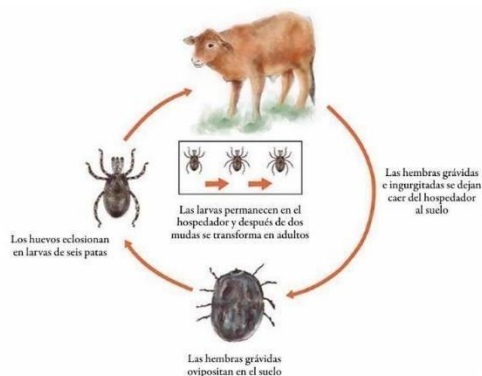


Figura 3. Ciclo de vida de las garrapatas de un hospedero. Fuente: Polanco y Ríos (2016).

Garrapatas de tres hospederos. Son aquellas en las que ambas mudas tienen lugar en el suelo (Figura 4), de modo que las garrapatas en estado de ninfa deben encontrar un segundo hospedador y las adultas un tercero después de la muda; la garrapata marrón de la oreja de África, *Rhipicephalus appendiculatus* que infesta al ganado bovino y, la mayoría de las especies del género *Amblyomma* que parasita el ganado bovino, perros, ovejas y el hombre, tienen este ciclo de vida (Jongejan y Uilenberg, 2004).

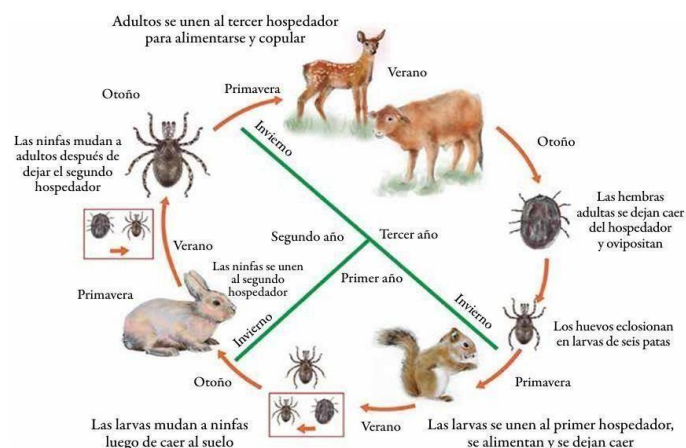


Figura 4. Ciclo de vida de las garrapatas de tres hospedadores. Fuente: Polanco y Ríos (2016).

Garrapatas argásidas (blandas). La familia Argasidae, conocidas como garrapatas blandas por carecer de la lámina dorsal sólo se han registrado ninfas y hembras. Las etapas de la vida de las garrapatas blandas no se distinguen fácilmente; la primera etapa de vida que sale del huevo, una larva de seis patas, toma una comida de sangre de un huésped y muda a la primera etapa ninfal; a diferencia de las garrapatas duras, muchas garrapatas blandas atraviesan múltiples etapas ninfales, aumentando gradualmente de tamaño hasta la muda final a la etapa adulta; algunas garrapatas blandas pasan a través de hasta siete mudas ninfales antes de convertirse en adultas; además, muchas garrapatas blandas tienen una extraña resistencia a la inanición y pueden sobrevivir durante muchos años sin una comida de sangre (Anderson y Magnarelli, 2008).

Morfología de la garrapata. Todas las garrapatas tienen un cuerpo redondeado, sin segmentación, que recibe el nombre de idiosoma; algunas especies pueden llevar un par de ojos en los laterales del idiosoma (una única especie tiene dos pares de ojos); los ixódidos se caracterizan por la presencia de una gran placa esclerotizada en la superficie dorsal, el escudo, del que reciben su

calificativo de garrapatas duras. Los argásidos carecen de este escudo esclerotizado y su superficie externa recuerda al aspecto del cuero; todas las garrapatas tienen las piezas bucales separadas del idiosoma, recibiendo el nombre de gnathosoma o capítulo; su posición es anterior en los ixódidos, mientras que en los argásidos se encuentra en la cara ventral, invisible en una vista dorsal; en los ixódidos, los adultos tienen un claro dimorfismo sexual, evidente en la presencia de un escudo dorsal quitinizado, duro, que cubre prácticamente por completo la superficie dorsal de los machos, mientras que en las hembras este escudo dorsal se restringe a la mitad anterior; el escudo limita la expansión del cuerpo en los machos debido a su rigidez; dado que las hembras (y los estadios inmaduros) deben ingerir una gran cantidad de sangre durante su alimentación, pueden dilatar su volumen corporal gracias a la síntesis de nueva cutícula en las zonas del cuerpo que no están cubiertas por el escudo (Estrada, 2015). La base del capítulo o basis capítulo, localizado en la parte terminal anterior del cuerpo en las hembras estarán presentes áreas porosas, las cuales exudan sustancias antioxidantes que inhiben la degradación de los compuestos cera de las secreciones del órgano de Gne y el hipostoma es una estructura prominente que presenta filas de dientes en su porción ventral, sin embargo, estos estarán ausentes en machos que no se alimenten de sangre, es así que el hipostoma permitirá el anclaje de la garrapata al hospedador; el idiosoma en cambio se divide en el podosoma que sostiene estructuras como las patas y la abertura genital y, la región posterior u opistosoma donde se encuentran las placas espiraculares y el surco anal (Boada, 2018). Las hembras de los ixódidos presentan unas áreas porosas en el capítulo y, los machos de algunos géneros tienen escudos ventrales quitinizados, cerca del ano; estos detalles están ausentes en las argásidas; algunos de los estadios inmaduros y los adultos de las garrapatas presentan las llamadas placas espiraculares, en las que se origina el sistema de traqueolas respiratorias; estas placas aparecen a los lados del cuerpo, a veces en posición ligeramente ventral; todas las garrapatas, con excepción de las larvas, poseen cuatro pares de patas, con seis segmentos uno de ellos anclado a la cara ventral del idiosoma (Estrada, 2015).

Importancia de las garrapatas. La garrapata *Boophilus microplus* ha sido la especie principal bajo control en las campañas realizadas en México, debido a su importancia económica y sanitaria; a través de su acción directa o del efecto indirecto sobre la producción animal. Las garrapatas causan las mayores pérdidas a la ganadería bovina, el daño de la piel que es causado por el piquete

y los abscesos que se desarrollan producen apreciables pérdidas en el valor de las pieles; además de la pérdida de sangre y un efecto por toxinas. En el caso de las vacas lecheras, estos abscesos frecuentemente están involucrados en el daño y la pérdida de uno o más cuartos de la glándula mamaria con la consecuente disminución de la producción láctea; las garrapatas tienen un efecto nocivo directo sobre la ganancia de peso de los animales. En el ganado de engorda cada garrapata adulta repleta de sangre ha demostrado reducir la ganancia de peso diaria en 0.6 g. En México, la garrapata del género *Boophilus* transmite al ganado bovino tres agentes importantes: *Babesia bigemina*, *B. bovis* y *Anaplasma marginale*, que son los causales de enfermedades como Piroplasmosis y Anaplasmosis; en el sureste mexicano, se encontró que *B. microplus* recolectadas de bovinos, presentan una tasa de infección con *Babesia* sp. del 20 por ciento. En el caso de *Rhipicephalus microplus* produce pérdidas relacionadas con mortalidad de los animales, reducción en los niveles de producción, alteraciones reproductivas, altos costos de control, transmisión de diversos agentes patógenos como virus, bacterias, rickettsias y protozoos; esto puede conducir a enfermedades agudas, crónicas o incluso, a la muerte de los animales; la pérdida de peso de un bovino parasitado por garrapatas del género *Rhipicephalus* se calcula en 0.26 kg garrapata/año y se ha observado que animales infestados con garrapatas reducen su consumo de alimento en comparación con animales no expuestos a garrapatas (Rodríguez *et al.*, 2011).

Control de garrapatas con productos químicos. Las familias de productos químicos (Tabla 1) que se utilizan para el control de las garrapatas son: organofosforados, piretroides, amidinas y lactonas macrocíclicas (Rodríguez *et al.*, 2011). Sin embargo, a través del tiempo, el uso irracional de estos químicos ha generado el desarrollo de resistencia a los diferentes ixodicidas; los métodos de control químicos tienen como fin romper el ciclo de vida de la garrapata en un tiempo determinado, con productos químicos, dosis específica y eficacia garantizada (Rodríguez *et al.*, 2006). Teniendo en cuenta el tiempo residual de cada uno de los productos químicos utilizados; el desarrollo de resistencia a las sustancias químicas es un problema constante en el control de garrapatas, ácaros e insectos, ya que las aplicaciones repetidas de un mismo producto durante mucho tiempo y el uso de dosis subletales ocasionan la aparición de resistencia (Cetrá, 2001).

Tabla 1. Ixodicidas y lactonas macrocíclicas utilizadas en México para el control de garrapatas en el ganado bovino (Rodríguez *et al.*, 2011).

Familia	Sustancia activa	Forma de aplicación
Organofosforados	Coumafos, Clorpirifos, Clorfenvinfos	Inmersión, aspersión
Piretroides sintéticos	Cipermetrina, Deltametrina, Flumetrina, Alfacipermetrina	Inmersión, aspersión, Derrame dorsal
	Lambdacyalotrina	Derrame dorsal
Amidinas	Amitraz	Inmersión, aspersión
Lactonas macrocíclicas	Ivermectinas	Inyectable, derrame dorsal
	Moxidectina, Doramectina	Inyectable
Fenilpirazolonas	Fipronil	Derrame dorsal
Inhibidores del desarrollo	Fluazurón	Derrame dorsal

Control biológico de las garrapatas. Su control se ha basado exclusivo en el uso de productos químicos, los cuales han sido cuestionados por su impacto negativo en el ambiente y, por su residualidad, además, generan un gasto monetario importante dentro de la cadena productiva, que ocasionan altos costos para el productor y pérdidas para el sector pecuario (Bravo *et al.*, 2008). Algunas especies de hormigas, *Pheidole megacephala* tienen efecto depredador en la población de garrapatas; además, el ácaro *Anystis baccarum* tiene algún efecto depredador sobre la población de garrapatas; los hongos entomopatógenos han demostrado poseer buena eficacia para el control de las garrapatas *Boophilus*, en condiciones *in vitro*, existen experiencias en diferentes países utilizando 16 especímenes de los géneros *Beauveria*, *Paecilomyces*, *Verticillum* (Moreno *et al.*, 2001).

Defensas naturales de las plantas. Las plantas son consumidas por diversos organismos, esta situación pone en riesgo su sobrevivencia, por ello han desarrollado mecanismos de defensa que evitan su ingesta; por ejemplo, adaptaciones anatómicas, defensas químicas o metabolitos secundarios; estos fitoquímicos inhiben el ataque de patógenos, provocan irritación al contacto,

afectan los sistemas cutáneos, gastrointestinal, cardíaco y nervioso de los herbívoros o pueden provocar la muerte (Camacho *et al.*, 2020). Los metabolitos primarios de las plantas están implicados en su crecimiento, desarrollo y reproducción, mientras que los metabolitos secundarios juegan un papel muy importante en su adaptación ante el estrés ambiental y en la defensa frente a depredadores y patógenos potenciales (organismos que causan enfermedades); las plantas producen y liberan estos metabolitos cuando se encuentran en condiciones de estrés, ocasionadas por otros organismos vivos, factores no vivos o por desastres naturales (Lustre, 2022). Las plantas, al igual que los animales, incluyéndonos, poseen infinidad de células; en cada una de ellas se llevan a cabo una serie de reacciones químicas para sintetizar sustancias complejas a partir de otras más simples, o para degradar las complejas y obtener las simples (García y Carril, 2011) a este conjunto de reacciones se le denomina metabolismo (Lustre, 2022). Una característica importante de las plantas es que realizan dos tipos de metabolismo: el primario y el secundario; el primero se lleva a cabo en las células de todos los seres vivos y las sustancias producidas se llaman metabolitos primarios; estos últimos están directamente implicados en el crecimiento, desarrollo y reproducción; como ejemplo de estos compuestos están los azúcares, proteínas, aminoácidos y ácidos nucleicos (Adeyemi, 2011). A los compuestos que resultan de este proceso se denominan metabolitos secundarios, lo curioso es que estos metabolitos secundarios no están presentes en cualquier planta, algunos sólo se encuentran en una especie, en un género o en una familia de plantas, por lo que han sido considerados al momento de identificar taxonómicamente a las especies vegetales; además, los metabolitos secundarios se caracterizan por su baja abundancia (Bourgau *et al.*, 2001), las plantas que se encuentran bajo estrés, es decir, en condiciones externas que afectan negativamente su crecimiento, desarrollo o productividad (Gull *et al.*, 2019), producen una gama específica de metabolitos secundarios que inciden directamente en su capacidad de supervivencia (Lustre, 2022).

Diluciones homeopáticas. Etimológicamente la homeopatía proviene del griego *omais* = igual y *pathos* = sentimiento, se considera que es un método terapéutico de base científica que persigue la curación de las personas a través de sustancias de origen natural llamados remedios. Los extractos botánicos forman parte de la homeopatía, por lo tanto, son remedios.

Dichos remedios se prescriben conforme a la ley de la similitud. Consiste en administrar al paciente sustancias en dosis infinitesimales y que, en un sujeto sano, en dosis ponderables producirán los

mismos síntomas que en una enfermedad tratada (llamado efecto paradójal). Esto se basa en tres principios básicos (Ballester *et al.*, 1999):

1. Ley de semejanza o similitud (origen hipocrático).
2. Individualización del enfermo y no de la enfermedad.
3. Dosis infinitesimales o microdosis de sustancia activa.

La segunda ley de la homeopatía requiere que el tratamiento homeopático sea diluido para el máximo efecto; Hahnemann (2005) desarrolló técnicas para controlar la concentración, o disolución, de las sustancias para crear los remedios homeopáticos; primero, tomó la sustancia y la conservó en un solvente, normalmente alcohol; las sustancias que usó fueron plantas y minerales; después de dejar que la sustancia reposara por un mes, vertió el líquido, lo que se convirtió en la «tintura madre» luego, tomó una gota de la disolución y le añadió 99 gotas de alcohol puro; mezcló el líquido precipitando el contenedor sobre una superficie dura, un proceso llamado sucusión; los médicos homeopáticos creen que la dinamización es esencial para crear un remedio efectivo; el primer paso crea un remedio con una disolución de una parte en 102 o 100; esta disolución será anotada por c, de centesimal (indicando una disolución de dos factores de 10), o por los términos 2x o D2 (x y D, cada uno, indican un factor de 10); la disolución continúa, siempre añadiendo una parte de la tintura a 99 partes de alcohol y haciendo dinamización a cada paso; dicho proceso realizado seis veces conlleva a un remedio 6c (o 12x o D12) y así sucesivamente; algunas veces se fabrican los remedios homeopáticos con sustancias que son insolubles; en este caso, se muelen, se mezclan con lactosa y luego se convierten en remedios. En la actualidad se pueden encontrar remedios homeopáticos que consisten en pequeñas pastillas blancas de azúcar de leche que han absorbido la solución potenciada, llamadas glóbulos y microglóbulos (en dilución C-200); otros remedios se encuentran en forma de solución para gotas e inyectables, comprimidos y cremas para usar externamente (Avello *et al.*, 2009). La farmacopea homeopática reconoce hoy más de 2,000 remedios y cada día se descubren nuevas plantas (hojas, raíces y frutos), componentes que provienen del reino mineral (tierra y minerales) y elementos que provienen del reino animal, entre otros, algunos venenos. El remedio se usa diluido, en dosis muy pequeñas o infinitesimales; en su preparación se agitará en cada difusión sucesiva (dinamización), hasta obtener las diferentes diluciones, de uso clínico como las D (decimales), CH (centesimales hanemanianas), K (centesimales korsakovianas) y LM (cincuenta milésimales) (Ballester *et al.*, 1999).

Extractos vegetales. En las regiones tropicales y subtropicales del mundo los parásitos principales causantes de los problemas económicos en los bovinos son las garrapatas. La estrategia más utilizada para controlarlas es la aplicación de acaricidas químicos. El uso constante e irracional de acaricidas ha ocasionado la generación de cepas de garrapatas resistentes; en el trópico mexicano, la resistencia a los acaricidas ha propiciado la búsqueda de métodos alternativos de control de esta plaga, tales como la selección de razas resistentes, el uso de vacunas y el control biológico. En Yucatán se han identificado 10 plantas con poder acaricida para el control de garrapatas; la eficacia de extractos metanólicos para el control de *B. microplus* en las fases de larva varía del 15 por ciento al 99 por ciento; las plantas que presentan mayor eficacia son: *Petiveria alliacea*, *Diospyros anisandra*, *Harvardia albicans*, *Solanum tridynamum* y *Bursera simaruba* (Rodríguez *et al.*, 2011). En un estudio con extracto de *L. tridentata*, se encontró que diluciones al 50 por ciento alcanzaron una mortandad del 90 por ciento de garrapatas contra el mismo valor de mortandad aplicando Amitraz (Rodríguez *et al.*, 2006). Al utilizar concentraciones del extracto de *L. tridentata* al 10, 25, 50 y 75 por ciento, comparadas con Amitraz, la mortandad de garrapatas observada a las 24 h fue del 63.7 por ciento en la concentración del 10 por ciento, mientras que la mortandad con el Amitraz fue del 96.67 por ciento, a los cuatro días todos los tratamientos aplicados alcanzaron el 100 por ciento de mortandad (Salinas, 2010). Un estudio demostró la eficacia de extractos de *Calea serrata* en el control de *R. microplus* y *R. sanguineus*, obteniendo una reducción del 11 al 14 por ciento en la oviposición y 100 por ciento de mortalidad en larvas, a una concentración de 6.25, 12.5, 25 y 50 mg ml⁻¹. Se reportó que los extractos metanólicos de hojas y corteza de *A. indica* son eficaces para el control de garrapatas. Asimismo, los aceites de *A. indica* y *Ocimum* han mostrado eficacia como ixodicidas y poseen propiedades repelentes contra larvas de *Amblyomma variegatum* y todos los estadios de *Hyalomma anatolicum excavatum* y *R. appendicular* (Rodríguez *et al.*, 2011).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio. El experimento se llevó a cabo en la comunidad de Tecajec, municipio de Yecapixtla, Morelos a 1,580 msnm en el rancho el Limoncito (Figura 6).



Figura 5. Localización del área de estudio. Imagen: Terra Metrics 2020.

Material vegetal. Se colectó en forma manual cuatro kg de hojas y tallos de *A. indica* en el mes de mayo de 2018. Se realizó a un costado del área del parque industrial del municipio de Cuautla, Morelos. En ese lugar se encuentran varios individuos de la especie. El material colectado se expuso al sol durante seis días; se retiró cuando las partes estuvieron quebradizas al tacto. Posteriormente, se colocó en una bolsa negra para trasladarlo a la ciudad de Saltillo, Coahuila. El destino final fue el laboratorio de Ecología del Departamento de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN).

Obtención del extracto. Se separaron las partes leñosas del material vegetal previamente secado al sol. Se utilizó un mortero para triturar y obtener partes menores a dos cm que pudieran ser introducidas por la boca de botellas a utilizar posteriormente. El producto obtenido del paso

anterior se introdujo en una estufa a 65 °C durante 72 h. Por cada 750 g de material seco de *A. indica*, se le adicionó 1.5 litros de alcohol etílico al 96 por ciento y se le depositó en un total de tres frascos color ámbar, la finalidad fue extraer las sustancias resinosas del material seco de *A. indica*. El frasco que contuvo la mezcla se agitó diariamente por un total de 25 días. Posteriormente, con un colador se extrajo el líquido para obtener la tintura madre, a esto se le llamó extracto; se midió y separó en cinco vasos de precipitados de 500 ml en los cuales se depositaron 400 ml del extracto en cada uno. Luego, se calcularon las correspondientes cantidades para la obtención de cinco concentraciones del extracto: 50, 60, 70, 80 y 90 por ciento, procedimiento que fue realizado por evaporación al ambiente. Terminado lo anterior, las concentraciones se colocaron en frascos color ámbar individual y se cubrieron con papel aluminio para evitar el contacto con los rayos del sol.

Producto químico garrapaticida. Se utilizó el producto llamado Asuntol (Fiedler y Veldman, 1957; Keating, 1983) en presentación líquida (coumafós al 20 por ciento), el cual es del grupo de pesticidas a base de ésteres del ácido fosfórico de la familia de los organofosforados (Tabla 1).

Tratamientos. Fueron representados por el testigo Asuntol y las concentraciones del extracto de *A. indica*: 50, 60, 70, 80 y 90 por ciento (Tabla 2). La finalidad fue encontrar el tratamiento con mayor mortandad de garrapatas.

Tabla 2. Tratamientos y concentraciones del extracto de *A. indica* utilizados en el experimento.

Tratamiento	Concentración del extracto de <i>A. indica</i>
T1	Testigo, Asuntol
T2	50 por ciento
T3	60 por ciento
T4	70 por ciento
T5	80 por ciento
T6	90 por ciento

Unidad de muestreo. Con ayuda de pintura de aceite de color blanco, se delimitaron áreas circulares que contuvieran un mínimo de 50 garrapatas. En total fueron 30 unidades de muestreo distribuidas sobre la piel de ocho bovinos (Figuras 6 a la 13).



Figura 6. Área delimitada en becerro.



Figura 7. Área delimitada en becerra.



Figura 8. Área delimitada en semental.



Figura 9. Área delimitada en vaca número 1.



Figura 10. Área delimitada en vaca número 2.



Figura 11. Área delimitada en vaca número 3.



Figura 12. Área delimitada en vaca número 4.

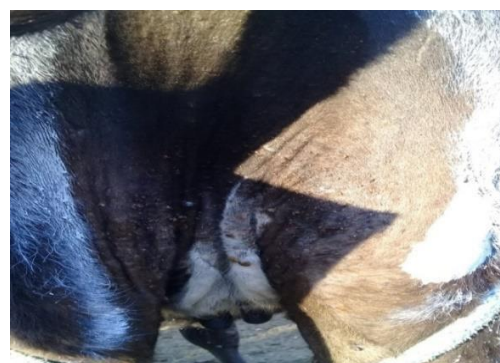


Figura 13. Área delimitada en vaca número 5.

Identificación de las garrapatas. Antes de la aplicación de los tratamientos, se colectaron garrapatas de las unidades de muestreo, se les colocó en un recipiente que contenía alcohol etílico al 96°. El frasco se trasladó al laboratorio de Parasitología Agrícola de la UAAAN para su identificación.

Aplicación de los tratamientos. Los tratamientos del experimento (Tabla 2) se aplicaron una vez con tres aspersiones en cada unidad de muestreo. Dicha acción se efectuó en enero de 2019.

Variables evaluadas. Los conteos de las garrapatas efectuados en las unidades de muestreo en los tratamientos aplicados en los intervalos de tiempo, representó la variable evaluada del experimento.

Conteo inicial. Se contó el número de garrapatas en las unidades de muestreo al inicio del experimento. **Conteo posterior a la aplicación de los tratamientos.** Se contó el número de garrapatas muertas en las unidades de muestreo, en los distintitos intervalos de tiempo (Tabla 3). Estos valores se restaron del inicial, el resultado fue la mortandad porcentual del tratamiento en el intervalo de tiempo de la lectura. Se consideró al tiempo como un indicador del nivel de efectividad de un tratamiento individual. Como referencia se tomó la eficacia del producto químico Asuntol representado por el testigo, la experiencia ha indicado que actúa entre las dos a cuatro horas posteriores a su aplicación.

Tabla 3. Intervalo de tiempo entre las lecturas de cada aplicación.

Lectura	Tiempo
L1	20 minutos

L2	40 minutos
L3	2 horas
L4	4 horas
L5	24 horas
L6	4 días
L7	5 días

Análisis estadístico y diseño experimental. Los conteos obtenidos del experimento se concentraron en una base de datos en Excel®, se les aplicó una prueba de normalidad W de ShapiroWilk ($P < 0.01$). Para cada tratamiento se le hizo la suma acumulada de garrapatas muertas y se le dividió entre el número inicial de garrapatas para obtener el porcentaje respectivo al cual se le llamó mortandad. Para conocer la eficacia porcentual por tratamiento y por intervalo de tiempo se hizo un análisis estadístico a los datos, obteniendo los estimadores de los valores mínimos y máximos, media muestral, desviación muestral e intervalo $\bar{x} \pm s$ (donde: \bar{x} = media muestral y s = desviación muestral) (Gupta, 2002). Con la finalidad de analizar la mortandad del número de garrapatas, se utilizó el diseño no paramétrico o prueba H de Kruskal-Wallis ($P < 0.01$) utilizando seis tratamientos y cinco repeticiones (Tabla 2). Solamente se hizo el análisis en los tratamientos del experimento que podrían ser comparables numéricamente con el testigo (producto químico Asuntol), el motivo principal fue la presencia de ceros. De esta forma sólo se tomaron en cuenta los intervalos de tiempo de cuatro h, 24 h, cuatro días y cinco días. Las diferencias estadísticas se realizaron con la corrección de Bonferroni ($\alpha < 0.05$) (Elzinga *et al.*, 1998). El modelo estadístico fue,

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{i=1}^g n_i (r_i - r)^2$$

Dónde: n_i = es el número de observaciones en el grupo i , r_{ij} es el rango (entre todas las observaciones) de la j -ésima observación en el i -ésimo grupo, N es el número total de observaciones entre todos los grupos, g es el número de grupos, $r_i = \sum_{j=1}^{n_i} r_{ij} / n_i$, $r = (N + 1) / 2$ es el promedio de los r_{ij} (Elzinga *et al.*, 1998; Quispe *et al.*, 2019). El estadístico H será útil para probar si los valores porcentuales de mortandad obtenidos en la presente investigación son iguales, en otras palabras, se podrá responder si el Testigo (T1) y las concentraciones de *A. indica*: 50 por

ciento (T2), 60 por ciento (T3), 70 por ciento (T4), 80 por ciento (T5), 90 por ciento (T6) producen los mismos valores ($P < 0.05$) de mortandad en los distintos intervalos de tiempo, en caso de ser diferentes, la corrección de Bonferroni mostrará cuáles lo son a un $\alpha < 0.05$.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación de las garrapatas. Los individuos colectados de la piel de los bovinos fueron identificadas en el laboratorio de Parasitología Agrícola de la UAAAN, fue una sola especie: *Boophylus microplus*.

Análisis estadístico y diseño experimental de mortandad de *B. microplus*. La prueba de normalidad W de Shapiro-Wilk ($P < 0.01$) para todos los datos de los tratamientos, mostró que no hubo normalidad (Tabla 4). Los valores en negritas indican que los datos de mortandad fueron normales para los intervalos de tiempo del cuarto y quinto día (Tabla 5); la abundancia de ceros no hizo posible la aplicación de la prueba a los 20 min.

Tabla 4. Prueba de normalidad W de Shapiro-Wilk ($P < 0.01$) para mortandad de garrapatas en los tratamientos.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
n	35	35	35	35	35	35
W	0.8342	0.8199	0.8458	0.8993	0.766	0.8096
P	0.0001028	5.14E-05	0.0001857	0.003791	4.70E-06	3.16E-05

Tabla 5. Prueba de normalidad W de Shapiro-Wilk ($P < 0.01$) para mortandad en garrapatas en los intervalos de tiempo.

	20 min	40 min	2 h	4 h	24 h	4 días	5 días
n	30	30	30	30	30	30	30
W	-	0.4244	0.735	0.8912	0.9292	0.9653	0.9474
P	-	9.26E-10	5.26E-06	0.005163	0.04686	0.4201	0.1442

Para conocer la mortandad porcentual por tratamiento y por intervalo de tiempo, se hizo un análisis estadístico descriptivo a los datos, los estimadores de la media muestral, desviación muestral e intervalo $\bar{x} \pm s$ (donde: \bar{x} = media muestral y s = desviación muestral) se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6. Análisis estadístico descriptivo para los datos de mortandad por tratamiento y por intervalo de tiempo

	20 min	40 min	2 h	4 h	24 h	4 días	5 días
	$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$
T1	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	10.33±0.025	47.29±0.056	69.58±0.160	84.38±0.189
T2	0.00±0.00	0.22±0.005	1.42±0.019	5.18±0.034	5.18±0.034	62.60±0.150	82.06±0.107
T3	0.00±0.00	0.66±0.010	2.88±0.029	6.13±0.046	39.97±0.263	51.02±0.326	78.61±0.267
T4	0.00±0.00	0.40±0.009	4.23±0.037	10.19±0.064	24.28±0.092	46.19±0.090	75.92±0.129
T5	0.00±0.00	0.00±0.00	0.48±0.011	1.69±0.038	10.11±0.053	29.48±0.129	66.88±0.286
T6	0.00±0.00	0.00±0.00	0.76±0.010	2.99±0.036	10.73±0.068	25.39±0.087	62.78±0.187

La Tabla 6 expresa los porcentajes promedio de mortandad de garrapatas en los distintos intervalos de tiempo para los tratamientos del experimento de *A. indica*: para el Testigo (T1), 50 por ciento (T2), 60 por ciento (T3), 70 por ciento (T4), 80 por ciento (T5), 90 por ciento (T6). Puede verse que a los 20 min, 40 min y dos h, los valores promedio de mortandad fueron nulos o bajos. Fue a las cuatro horas cuando hubo resultados para todos los tratamientos, dando la posibilidad a hacer comparaciones estadísticas de la variable en estudio.

En esta investigación se obtuvo a las cuatro horas para los tratamientos: 10.33, 5.18, 6.13, 10.19, 1.69 y 2.99 por ciento, respectivamente, de mortandad promedio. La falta de normalidad en los datos de mortandad porcentual en garrapatas, permitió la aplicación del diseño no paramétrico de Kruskal-Wallis ($P < 0.01$) o prueba H que se aplicó en las medianas. La Figura 14, muestra que a las cuatro h, se obtuvo diferencias altamente significativas ($P < 0.02552$) en la variable de estudio entre los tratamientos de la presente investigación. Puede observarse que la corrección de Bonferroni ($\alpha < 0.05$) muestra con letras iguales mismos valores de la mediana de la mortandad porcentual de garrapatas (Figura 14).

En el mismo intervalo de tiempo León *et al.* (2019) realizó un experimento con seis tratamientos: el primero fue el Testigo (T1, GARRA BAN MO 29®), el segundo fue una dilución 1/100 del extracto concentrado de *L. tridentata*, el tercero fue una dilución 1/100 del segundo y así sucesivamente hasta el sexto tratamiento. Es decir, el segundo tratamiento fue 100 veces más

concentrado que el tercero y así sucesivamente. Sus resultados fueron en el orden: Testigo (T1), dilución 1 (T2), hasta dilución 5 (T6), en esa investigación reportaron cantidades inferiores: 0.0, 2.8, 1.2, 3.6, 0.0 y 0.0 por ciento, respectivamente, de mortandad promedio de garrapatas. Por su parte, León *et al.* (2014), registraron mortandades de 46.67, 26.28, 2.56, 23.47 y 6.23 por ciento en los tratamientos: Testigo (T1, Amitraz, Bovitraz®), 10 por ciento (T2), 25 por ciento (T3), 50 por ciento (T4) y 75 por ciento (T5) en las concentraciones de *L. tridentata*, porcentajes mayores a los del presente estudio.

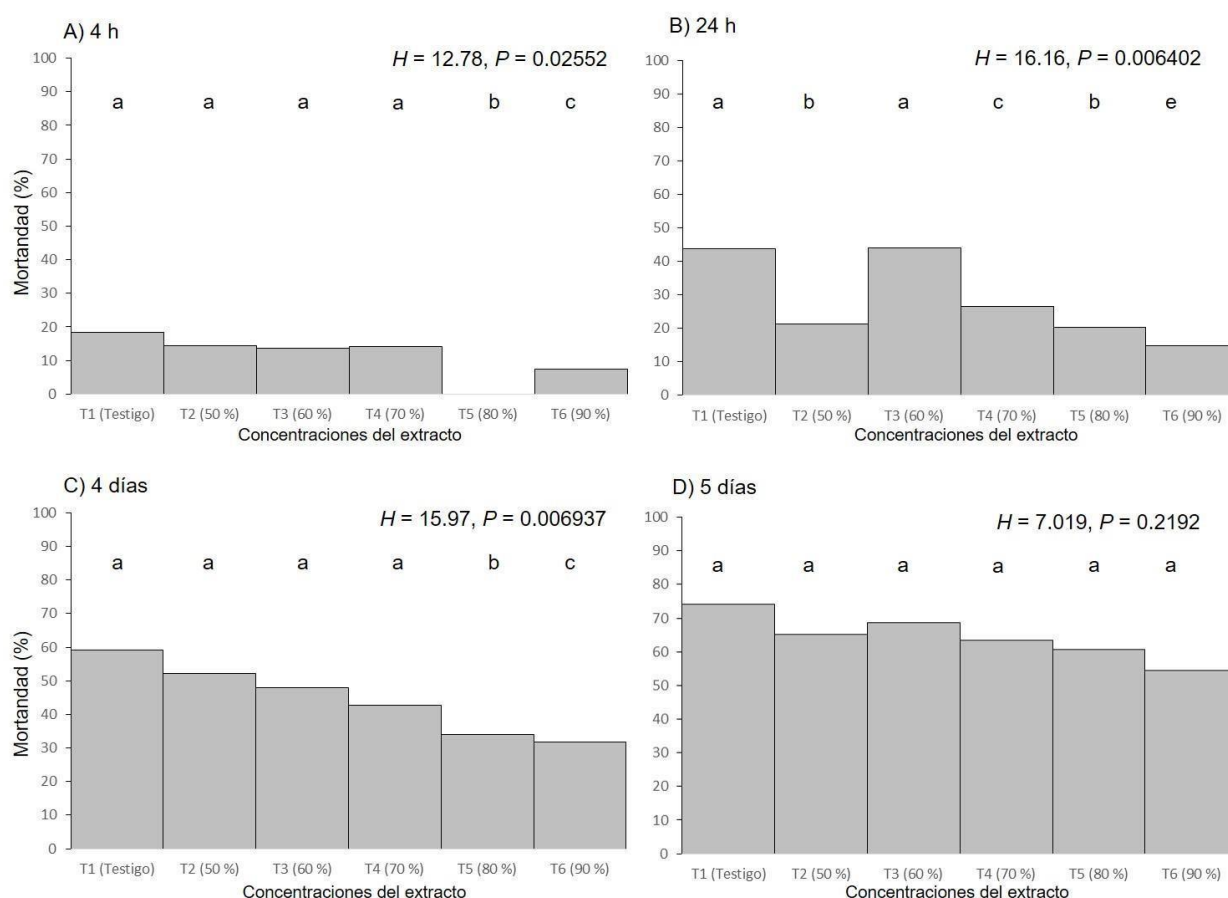


Figura 14. Valores de la mediana de mortandad porcentual de garrapatas por tratamiento para los intervalos de tiempo de 4 h, 24 h, 4 días y 5 días. Misma letra indica que los valores de las medianas son iguales ($P < 0.05$).

Al tomar en cuenta el intervalo de tiempo de 24 h, en la presente investigación se obtuvo un valor de la mediana de la mortandad para el Testigo (T1) de 43.85 por ciento, (T2) de 21.42 por ciento (T3) de 44.06 por ciento, (T4) de 26.57 por ciento, (T5) de 20.31 por ciento y (T6) de 14.71 por ciento. En el mismo intervalo, León *et al.* (2019) reportaron cantidades inferiores para el Testigo (T1), dilución 1 (T2), hasta dilución 5 (T6): 4.4, 8.8, 4.8, 5.6, 9.6 y 0 por ciento, respectivamente

de mortandad promedio. La prueba H mostró diferencias altamente significativas ($P < 0.006402$) entre los tratamientos de la mortandad porcentual de garrapatas y la corrección de Bonferroni ($\alpha < 0.05$) con letras iguales muestra mismos valores de mortandad porcentual de garrapatas (Figura 14). Por su parte, en el mismo intervalo de tiempo, León *et al.* (2014) registraron mortandades de 96.67, 78.42, 45.70, 42.63 y 49.03 por ciento en los tratamientos: Testigo (T1, Amitraz, Bovitraz®), 10 por ciento (T2), 25 por ciento (T3), 50 por ciento (T4) y 75 por ciento (T5) en las concentraciones de *L. tridentata*, las cuales fueron mayores a las del presente estudio.

A los cuatro días los valores de los porcentajes de la mediana de la mortandad para los tratamientos del experimento de *A. indica* fueron: 59.07, 52.24, 47.84, 42.71, 32.99 y 31.81 por ciento, respectivamente. El diseño no paramétrico de Kruskal-Wallis mostró diferencias altamente significativas ($P < 0.006937$) en las medianas de la mortandad porcentual de garrapatas para los tratamientos del experimento, la corrección de Bonferroni ($\alpha < 0.05$) con letras iguales muestra mismos valores de mortandad porcentual de garrapatas en los primeros cuatro tratamientos (Figura 14).

De acuerdo a León *et al.* (2019) y en el mismo intervalo de tiempo, dichas cantidades fueron superiores: 94.4, 33.2, 51.2, 49.6, 47.6 y 66.8 por ciento. Por otro lado, León *et al.* (2014) obtuvieron al cuarto día, el 100 por ciento de mortandad promedio en los cinco tratamientos que utilizaron con extracto de *L. tridentata*: Testigo (T1, Amitraz, Bovitraz®), 10 por ciento (T2), 25 por ciento (T3), 50 por ciento (T4) y 75 por ciento (T5).

Al quinto día la mortandad porcentual en la presente investigación fue de: 74.05, 65.06, 68.71, 63.43, 60.60 y 54.37 por ciento, respectivamente. La prueba H no paramétrica no mostró diferencias significativas ($P < 0.2192$) en la mortandad porcentual de garrapatas para los tratamientos del experimento, por ello, la corrección de Bonferroni ($\alpha < 0.05$) mostró con letras iguales mismos valores de mortandad porcentual de garrapatas en los tratamientos del experimento (Figura 14).

Los resultados anteriores fueron inferiores a los reportados por León *et al.* (2019) en el mismo intervalo de tiempo: 98.4, 94.8, 81.2, 78.4, 80.4 por ciento y 79.2 por ciento, respectivamente, con diluciones del extracto concentrado de *L. tridentata*.

En esta investigación la concentración del 50 por ciento (T2) del extracto de *A. indica*, al quinto día alcanzó un valor de la mediana de 65.06 por ciento de mortandad (promedio de 82.06 por ciento), el Testigo (T1) tuvo una mediana de 74.05 por ciento (promedio de 84.38 por ciento), la concentración del 60 por ciento (T3) registró 68.71 por ciento (promedio de 78.61 por ciento). Le

siguió la concentración de 70 por ciento (T4) con 63.43 por ciento (promedio de 75.92 por ciento), después la concentración de 80 por ciento (T5) con un valor de la mediana de 60.60 por ciento (promedio de 68.88 por ciento) y finalmente, la concentración de 90 por ciento (T6) con una mediana de la mortandad de 54.37 por ciento (promedio de 62.78 por ciento). En todos los casos (Figura 14) no hubo diferencias significativas detectadas en la corrección de Bonferroni ($\alpha < 0.05$), además, debe tomarse en cuenta que los datos no tuvieron normalidad (Tabla 4), por lo que la mediana fue mejor estimador de tendencia central. En la Tabla 6 pueden verificarse los valores promedio de mortandad por tratamiento y por intervalo de tiempo de la presente investigación. Se observó que la concentración del 60 por ciento (T3), a las cuatro h y 24 h no tuvo diferencias significativas con el Testigo (T1) (Figura 14). Al quinto día mostró un repunte. En forma individual el T3 tuvo un mínimo de 32 por ciento y un máximo 99 por ciento de mortandad porcentual de garrapatas; para el T1 los valores fueron de 52 por ciento y 98 por ciento, respectivamente. En el mismo intervalo de tiempo de cinco días todos los tratamientos de la presente investigación no mostraron diferencias estadísticas ($P < 0.2192$) en la mortandad porcentual de garrapatas, lo cual puede indicar la necesidad de continuar examinando cuidadosamente cada concentración y sus efectos en la variable de estudio.

V. CONCLUSIONES

El extracto botánico de *Azadirachta indica* o nim aplicado en sus distintas concentraciones en unidades de muestreo en bovinos, mostraron su efectividad en el control de *Boophilus microplus*. Se observaron diferencias estadísticas ($P < 0.05$) en los valores de las medianas de la mortandad en los tratamientos a las 4 h ($P = 0.02552$), 24 h ($P = 0.006402$) y cuatro días ($P = 0.006937$), a los cinco días no hubo diferencias ($P = 0.2192$). El valor de la mediana de la mortandad porcentual del Testigo (Asuntol) fue del 74.05 por ciento, en T2 del 65.06 por ciento, para T3 del 68.71 por ciento, en T4 de 63.43 por ciento, para T5 el 60.60 por ciento y en T6 un 54.37 por ciento, resultados observados al quinto día de la aplicación de los tratamientos. Fue notable que, a mayor concentración del extracto botánico, la mortandad disminuyó en los tratamientos. Se observó en forma individual que la mortandad de T1 tuvo un mínimo 18.86 por ciento y un máximo de 98.21 por ciento, en T3 las medianas fueron de 32.20 por ciento y 98.89 por ciento, respectivamente, lo cual puede indicar la necesidad de continuar examinando cuidadosamente cada concentración y sus efectos en la variable de estudio.

Los resultados de la presente investigación solamente aplican al rancho El Limoncito de la comunidad de Tecajec en el municipio de Yecapixtla, Morelos, lugar donde se realizó la aplicación de los tratamientos con extracto botánico de *A. indica*.

VI. LITERATURA CITADA

- Anderson, J. F. and L. A. Magnarelli. 2008. Biology of ticks. Infectious disease clinics of North America. 22(2): 195-215. <https://doi.org/10.1016/j.idc.2007.12.006> Consultado el 11 de Octubre de 2025.
- Adeyemi, M. M. 2011. A review of secondary metabolites from plant materials for post harvest storage. International Journal of Pure and Applied Sciences and Technology. 6(2): 94-102.

<https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=553cd370ede1b5f6819f39706529e0c89fd5bad1> Consultado el 11 de Octubre de 2025.

- Avello, M., C. Avendaño y S. Mennickent. 2009. Aspectos generales de la homeopatía. *Revista Médica de Chile*. 137(1): 115-120.
- Ballester S., A., M. J. Sanz y E. Galán G. 1999. Formación médica continuada en atención primaria. Homeopatía. Fundamentos Científicos. Centro de Salud de Nazaret y de Cullera. Valencia, España. 72 p.
- Bánki, O., Y. Roskov, M. Döring, G. Ower, D. R. Hernández R., C. A. Plata C., T. Stjernegaard J., A. Örn, T. Pape, D. Hobern, S. Garnett, H. Little, R. E. DeWalt, K. Ma, J. Miller, T. Orrell, R. Aalbu, J. Abbott, C. Aedo. 2024. Catalogue of life (Version 2024-12-19). Amsterdam, Netherlands. <https://doi.org/10.48580/dglq4>. Consultado el 11 de Octubre de 2025.
- Berenguer R., C. A., A. Alfonso C., H. Salas M., E. Puente Z., J. Betancourt H. y Y. Mora T. 2013. Toxicidad aguda oral de *Azadirachta indica* (árbol del Nim). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*. 18(3): 502-507. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S102847962013000300017&script=sci_arttext Consultado el 11 de Octubre de 2025.
- Boada P., D. C. 2018. Determinación de la prevalencia y clasificación morfológica de garrapatas, mediante observación directa y examen clínico en caninos de la parroquia de Guayllabamba, Pichincha. Tesis Licenciatura. Universidad de las Américas, Quito, Ecuador. <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/9066/1/UDLA-EC-TMVZ-2018-35.pdf> Consultado el 7 de Enero de 2024.
- Bourgaud, F., A. Gravot, S. Milesi, and E. Gontier. 2001. Production of plant secondary metabolites: a historical perspective. *Plant Science*. 161(5): 839-851. https://www.academia.edu/download/42240752/Production_of_plant_secondary_metabolite20160206-25439-1m3cn4w.pdf Consultado el 11 de Octubre de 2025.
- Bravo, M. J., A. Coronado y H. Henríquez. 2008. Eficacia *in vitro* del amitraz sobre poblaciones de *Boophilus microplus* provenientes de explotaciones lecheras del estado Lara, Venezuela. *Zootecnia Tropical*. 26(1): 35-40. <http://ve.scielo.org/pdf/zt/v26n1/art05.pdf> Consultado el 11 de Octubre de 2025.
- Brechelt, A. 2004. El manejo ecológico de plagas y enfermedades. Red de acción en plaguicidas y sus alternativas para América Latina (RAP-AL). Fundación Agricultura y Medio Ambiente (FAMA).

RD.

- https://www.academia.edu/download/60043730/Manejo_Ecologico_de_Plagas_A.Bretche120190717-63327-k5j6x9.pdf Consultado el 11 de Octubre de 2025.
- Buczek, A. and K. Bartosik. 2006. Tick-host interactions. *Przegląd Epidemiologiczny*. 60: 28-33.
- Camacho E., M. A., D. A. Ramos R., N. Y. Ávila S., E. I. Sánchez B. y S. J. López G. 2020. Las defensas físico-químicas de las plantas y su efecto en la alimentación de los rumiantes. *Terra Latinoamericana*. 38(2): 443-453. <https://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v38n2/23958030tl-38-02-443.pdf> Consultado el 11 de Octubre de 2025.
- Cetrá, B. 2001. Garrapata común del bovino. Chaco, Argentina. 6 p. https://www.produccionanimal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/parasitarias/Bovinos_garrapatas_triste/53-boophilus_microplus.pdf Consultado el 11 de Octubre de 2025.
- Cordero del C. M., A. Rojo F., R. Martínez A., C. Sánchez, S. Hernández, J. Navarreta y P. Díez. 1999. Artrópodos. *Parasitología Veterinaria*. 2 ed. México: McGraw-Hill Interamericana. p: 134-151.
- Cruz, M. y S. del Angel. 2004. El árbol de nim, establecimiento y aprovechamiento en la Huasteca Potosina. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Huichihuayán y Campo Experimental Ébano. Folleto Técnico No. 3. San Luis Potosí, México. 23 p.
- Domínguez G., D. I., R. Rosario C., C. Almazán G., A. S. Oaxaca J. y J. de la Fuente. 2010. *Boophilus microplus*: Aspectos biológicos y moleculares de la resistencia a los acaricidas y su impacto en la salud animal. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 12(2): 181-192. <https://www.redalyc.org/pdf/939/93913070001.pdf> Consultado el 8 de Enero de 2024.
- Elzinga, C., L., D. W. Salzer, and J. H. Willoughby. 1998. Measuring & monitoring plant populations. US Department of the Interior, Bureau of Land Management. Denver, USA. 477 p.

- https://www.researchgate.net/publication/285832352_Monitoring_Plant_and_Animal_Populations Consultado el 11 de Octubre de 2025.
- Estrada, P., A. 2015. Clase arachnida. Orden Ixodida: Las garrapatas. IDE@-SEA. 13: 1-15. http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_13.pdf Consultado el 11 de Octubre de 2025.
- FAO. 2014. Report: 8th FAO/WHO joint meeting on pesticide management and 10th session of the FAO panel of experts on pesticide management, 14-17 October 2014, Rome (No. WHO/CDS/NTD/WHOPES/2014.6). World Health Organization. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/340614/WHO-HTM-NTD-WHOPES2014.6eng.pdf?sequence=1> Consultado el 11 de Octubre de 2025.
- Feseha, G. 1983. Notes on tick species and tick borne diseases of domestic animals in Ethiopia. FVM, AAU, Ethiopia. 64 p.
- Fiedler O., G. H. and F. J. Veldman. 1957. Asuntol, A new insecticidal compound capable of controlling all South African cattle ticks. Journal of the South African Veterinary Association. 28(3): 249-254. https://journals.co.za/doi/pdf/10.10520/AJA00382809_2498 Consultado el 11 de Octubre de 2025.
- García, A. Á. y P. U. Carril E. 2011. Metabolismo secundario de plantas. Reduca (biología), Serie Fisiología Vegetal. 2(3): 119-145.
- Govindachari, T. R., G. Sandhya, and S. P. Ganeshraj. 1991. Isolation of novel azadirachtins H and I by high-performance liquid chromatography. Chromatographia. 31(5): 303-305.
- Gull, A., A. A. Lone, and U. I. Wani N. 2019. Biotic and abiotic stresses in plants. Abiotic and biotic stress in plants. 7: 1-9. <https://www.intechopen.com/chapters/66714> Consultado el 11 de Octubre de 2025.
- Gutiérrez S. R. 2018. Evaluación de extracto de *Larrea tridentata* como garrapaticida orgánico. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, México. 70 p.
- Gupta, V. 2002. Statistical analysis with excel. VJ Books Inc. Canada. 256 p.
- Jongejan, F. and G. Uilenberg. 2004. The global importance of ticks. Parasitology. 129: 1-36.

- https://www.researchgate.net/profile/Gerrit-Uilenberg/publication/7802842_The_Global_Importance_of_Ticks/links/54ba454c0cf253b50e2b14bc/The-Global-Importance-of-Ticks.pdf Consultado el 11 de Octubre de 2025.
- Hahnemann, S. 2005. Organon of medicine. 6th edition. B. Jain Publishers. New Delhi, India. 436 p. <https://homeoguide.org/wp-content/uploads/2020/05/Organon-of-medicine.pdf> Consultado el 11 de Octubre de 2025.
- Keating, M. I. 1983. Tick control by chemical ixodicides in Kenya: a review 1912 to 1981. Tropical Animal Health and Production. 15(1): 1-6. <https://doi.org/10.1007/BF02250752>. Consultado el 11 de Octubre de 2025.
- León, G., L. L. de, M. Mellado B., J. R. Reynaga V., L. Pérez R., J. Dueñez A. y R. Gutiérrez, S. 2019. Evaluación de diluciones de extracto de *Larrea tridentata* como garrapaticida orgánico. IX Congreso Internacional de Manejo de Pastizales. SOMMAP-INIFAP. Chihuahua, México. p: 189-193. https://www.pastizales.org/_files/ugd/5432bb_eb9503b0ef324fdbac3d8a2707418f3d.pdf Consultado el 11 de Octubre de 2025.
- León, G., L. L. de, M. Mellado B., J. R. Reynaga V., L. Pérez R., J. Dueñez A., A. Salinas Z. y J. Cabrera H. 2014. Evaluación de concentraciones de extracto de *Larrea tridentata* como garrapaticida. V Congreso Internacional de Manejo Pastizales. SOMMAP-INIFAP. Nuevo Vallarta, México. p. 479-483. https://www.pastizales.org/_files/ugd/5432bb_0d675f9280604b5d8366288846235496.pdf Consultado el 11 de Octubre de 2025.
- Lustre S., H. 2022. Los superpoderes de las plantas: los metabolitos secundarios en su adaptación y defensa. Revista Digital Universitaria. 23(2): 1-8. <https://biblat.unam.mx/hevila/Revistadigitaluniversitaria/2022/vol23/no2/2.pdf> Consultado el 11 de Octubre de 2025.
- Martinez N., C., S. Nava y V. Ruiz. 2021. Incidencia de la garrapata común del bovino en la transmisión del virus de la leucosis bovina. Ediciones INTA; Estación Experimental Agropecuaria Reconquista.

- Metcalf, C. L. y W. P. Flint. 1962. Insectos destructivos e insectos útiles. Editorial Continental. Ciudad de México, México. 1208 p.
- Mordue, A. J. and A. Blackwell. 1993. Azadirachtin: an update. *Journal of Insect Physiology*. 39(11): 903-924. [https://doi.org/10.1016/0022-1910\(93\)90001-8](https://doi.org/10.1016/0022-1910(93)90001-8) Consultado el 11 de Octubre de 2025.
- Moreno, R., F. Hernández, E. Benavides, M. Cotes A., A. Romero, I. Gómez M. y P. García L. 2001. Evaluación *in vitro* de *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* y *Verticillium lecanii* para el control de la garrapata *Boophilus microplus* (Canestrini) (Mestastigmata: Ixodidae). In: Congreso Sociedad Colombiana de Entomología. 28: 8-10.
- Moreno L., S., L. N. González S., S. M. Salcedo M., M. L. Cárdenas A. y A. Perales R. 2011. Efecto antifúngico de extractos de gobernadora (*Larrea tridentata* L.) sobre la inhibición *in vitro* de *Aspergillus flavus* y *Penicillium* sp. *Polibotánica*. (32): 193-205. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-27682011000200012&script=sci_arttext Consultado el 8 de Enero de 2024.
- Parrotta J., A. and A. N. Chaturvedi. 1994. *Azadirachta indica* A. Juss. Neem, margosa. Meliaceae, Mahogany Family. USDA Forest Service. Int. Ins. Tro. Fore, 1, 8-11. https://www.researchgate.net/profile/John-Parrotta/publication/288324260_Azadirachta_indica_A_Juss_Neem/links/567feb0f08aebcc4e07393d/Azadirachta-indica-A-Juss-Neem.pdf Consultado el 8 de Enero de 2024.
- Pijoan, M. 2004. El neem: la farmacia de la aldea. *Offarm: Farmacia y Sociedad*. 23(5): 128-133.
- Polanco E., D. N. y L. A. Ríos O. 2016. Aspectos biológicos y ecológicos de las garrapatas duras. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. 17(1): 81-95. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0122-87062016000100008&script=sci_arttext Consultado el 8 de Enero de 2024.
- Quispe, A., K. Calla, J. Yangali, J. Rodríguez e I. Pumacayo I. 2019. Estadística no paramétrica aplicada a la investigación científica con software SPSS, MINITAB Y EXCEL. Enfoque Práctico. Eidec. Bucaramanga, Colombia. 79 p. <https://www.editorialeidec.com/wpcontent/uploads/2020/01/Estadpor cientoC3por>

cientoADstica-no-parampor cientoC3por cientoA9trica-aplicada.pdf Consultado el 11 de Octubre de 2025.

Rodríguez R., M. Ojeda, L. Pérez y J. Rosado. 2011. Epidemiología y control de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* en México. Epidemiología de enfermedades parasitarias en animales domésticos. UNAM. Ciudad de México, México. p. 477-504.

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/848424/8381_T_1_S_1_-_Epidemiologia_de_enfermedades_parasitarias-compressed.pdf Consultado el 11 de Octubre de 2025.

Rodríguez V., R. I., A. Rosado A., G. Basto E, Z. S. García V., R. Rosario C. y H. Fragoso S. 2006. Manual técnico para el control de garrapatas en el ganado bovino. Cenid-Inifap. Yucatán, México. 28 p.

https://www.researchgate.net/publication/304102046_Manual_Tecnico_para_el_control_de_garrapatas_en_el_ganado_Bovino Consultado el 11 de Octubre de 2025.

Salinas Z., A. 2010. Evaluación de concentraciones de extracto de *Larrea tridentata* como garrapaticida. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, México. 61 p.

Schmutterer, H. 1990. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. Annual Review of Entomology. 35(1): 271-297. <https://www.academia.edu/download/56712675/schmutterer1990.pdf> Consultado el 11 de Octubre de 2025.

Tropicos.org®. 2025. Base de datos, Missouri Botanical Garden. <http://www.tropicos.org/> Consultado el 11 de Octubre de 2025.

Vietmeyer, N. D. 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. National Academies Press. Washington, USA. 152 p.