

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



**Evaluación de Extracto de *Larrea tridentata* Como Garrapaticida
Orgánico**

Por:

RIGOBERTO GUTIÉRREZ SEGUNDO

TESIS

Presentada como requisito parcial
para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Noviembre de 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

Evaluación de Extracto de *Larrea tridentata* Como Garrapaticida
Orgánico

POR:

RIGOBERTO GUTIÉRREZ SEGUNDO

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. Juan Ricardo Reynaga Valdés
Coasesor


M.C. Luis Pérez Romero
Coasesor
Dr. José Dueñez Altamirano
Coordinador de la División de Ciencia Animal

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Noviembre de 2018

DEDICATORIA

A Dios

Por concederme el deseo más anhelado de culminar este trabajo en un determinado tiempo, con dedicación y esfuerzo. Lo que es el principio de muchos logros más, siempre con la bendición y guía de ti, Padre Nuestro.

A mis Padres

Que confiaron en mí y lo siguen haciendo, gracias por su cariño y amor, sobre todo por estar conmigo en el trayecto de la carrera.

A mis familiares

A mi abuelita Amalia Segundo Nava que con sus sabios consejos siempre tuvo el tiempo de escucharme y ser mi segunda Madre.

AGRADECIMIENTOS

A mi Alma Mater.

Por tantas enseñanzas y experiencias, por ser parte de mi formación profesional y dejarme una gran marca en el corazón que es imborrable.

Al Ing. Hugo Alberto García Pérez⁺

Por brindarme su amistad y con quien al mismo tiempo compartí varios momentos de alegría y preocupación, por abrirme las puertas de su hogar y ayudarme en la realización de este trabajo, con dedicación especial y con gran orgullo, “Buitres por siempre”.

Al Dr. Luis Lauro de León González

Por confiar en mí y dedicarme mucho de su tiempo en la revisión y finalización de este trabajo.

Al Dr. Juan Ricardo Reynaga Valdés

Por el apoyo y guía en la realización de este trabajo.

Al Dr. Jerónimo Landeros Flores

Por el apoyo en la identificación de las garrapatas descritas en este trabajo.

Al M.C. Luis Pérez Romero

Por el tiempo dedicado en la revisión y corrección.

A la TLQ. Martha Alicia de la Rosa Gómez

Por brindarme su ayuda y conocimiento en la preparación del extracto etéreo.

MANIFIESTO DE HONESTIDAD ACADÉMICA

El suscrito Rigoberto Gutiérrez Segundo, estudiante de la carrera de Ingeniero Agrónomo Zootecnista, con matrícula 41126186 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 utilizadas en la presente Tesis, han sido debidamente citadas 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 metódica 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

Rigoberto Gutiérrez Segundo

Tesista de Licenciatura/UAAAN

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
MANIFIESTO DE HONESTIDAD ACADÉMICA.....	V
ÍNDICE GENERAL.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
RESUMEN.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivo General.....	3
Objetivos Específicos.....	3
Hipótesis.....	3
Justificación	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
Descripción de la Planta Gobernadora (<i>Larrea tridentata</i>).....	5
Clasificación Taxonómica	5
Morfología.....	5
Hojas.....	6
Flores.....	7
Fruto.....	7
Composición.....	7
Valor Nutricio.....	8
Hábitat.....	9
Usos.....	10
Descripción de la Garrapata.....	11
Clasificación Taxonómica.....	11
Ciclo Biológico.....	13
Huevo.....	14
Larva.....	14
Ninfa.....	14
Adulto.....	15

Ciclo de Vida de las Garrapatas Duras.....	15
Garrapatas Blandas: Familia Argasidae.....	16
Ciclo de Vida de Garrapatas del Gando.....	17
Parte Parasitaria del Ciclo de Vida.....	17
Parte no Parasitaria del Ciclo de Vida.....	17
Morfología de las Garrapatas.....	20
Importancia de la Garrapata.....	23
Resistencia a Productos Químicos.....	24
Control Biológico de Garrapatas.....	26
Extractos Vegetales.....	26
MATERIALES Y MÉTODOS	31
Descripción del Área de Estudio.....	31
Material Vegetal.....	31
Obtención del Extracto.....	31
Producto Químico.....	33
Unidad de Muestra.....	33
Aplicación de los Productos.....	34
Lecturas.....	34
Registro de Datos.....	35
Nomenclatura de Tratamientos.....	35
Parámetros Evaluados.....	36
Tiempo.....	36
Dilución.....	36
Tiempo y Dilución.....	36
Diseño y Análisis Estadístico.....	36
Estadística Descriptiva.....	36
Estadística Comparativa.....	37
Estadística Correlacional.....	37
Estadística Integral.....	37
RESULTADOS.....	38

Estadística Descriptiva	38
Comparación Entre Cada Una de las Diluciones Sobre el Tiempo de Acción.....	39
Dilución Número Uno.....	39
Dilución Número Dos.....	39
Dilución Número Tres.....	40
Dilución Número Cuatro.....	41
Dilución Número Cinco.....	41
Testigo.....	41
Tiempo Contra Dilución.....	43
Pruebas de Normalidad.....	46
Estadística Comparativa.....	47
Se Realiza la Interpretación en Funcion de la Eficacia	47
Estadística Correlacional.....	49
Correlación de Variables.....	49
Estadística Integral.....	51
Análisis de Factores.....	51
DISCUSIÓN.....	53
Tiempo	53
Dos Horas.....	53
Cuatro Horas.....	54
Veinticuatro Horas.....	54
Cuatro Días.....	55
Cinco Días.....	55
Dilución.....	56
Tiempo/Dilución.....	57
Recomendaciones.....	57
CONCLUSIONES.....	59
LITERATURA CITADA.....	60
APÉNDICE.....	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.		Pág.
1	Planta de <i>Larrea tridentata</i> y sus medidas	6
2	Distribución de <i>Larrea tridentata</i> en Norteamérica.....	9
3	Ciclo de vida de <i>Boophilus microplus</i> (garrapata de un hospedero).....	19
4	Estructura de la garrapata.....	21
5	Hipostoma de una garrapata ixodida insertada en la piel.....	22
6	Localización geográfica del área de estudio en el rancho La Vainilla, comunidad de Pablo L. Sidar, Mpio. de Chicomuselo, Chiapas.....	31
7	Procedimiento de elaboración de diluciones.....	32
8	Área delimitada en becerro.....	33
9	Área delimitada en becerra.....	33
10	Área delimitada en semental.....	34
11	Área delimitada en vaca adulta.....	34
12	Número de garrapatas muertas por aplicación para la primera dilución.....	39
13	Número de garrapatas muertas por aplicación para la segunda dilución.....	40
14	Número de garrapatas muertas por aplicación para la tercera dilución.....	40
15	Número de garrapatas muertas por aplicación para la cuarta dilución.....	41
16	Número de garrapatas muertas por aplicación para la quinta dilución.....	42
17	Número de garrapatas muertas por aplicación para el testigo.....	42
18	Efecto de las diluciones a las dos horas.....	43
19	Efecto de las diluciones a las cuatro horas.....	43
20	Efecto de las diluciones a las veinticuatro horas.....	44
21	Efecto de las diluciones a los cuatro días.....	44
22	Efecto de las diluciones a los cinco días.....	45
23	Arracimamiento de variables.....	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla Núm.		Pág.
1	Clasificación taxonómica de <i>Larrea tridentata</i>	5
2	Principales constituyentes fitoquímicos de <i>Larrea tridentata</i>	8
3	Principales usos etnobotánicos de hojas y ramas de <i>Larrea tridentata</i>	12
4	Diferencias entre garrapatas duras y garrapatas blandas.....	20
5	Intervalos de tiempo entre lecturas después de cada aplicación.....	35
6	Datos de mortandad obtenidos en campo al aplicar diluciones y testigo.....	38
7	Pruebas de normalidad.....	46
8	Comparación de medias y prueba D'Agostino Ómnibus K.....	47
9	Comparación de medias para cada dilución y su nivel de aceptación determinado por tiempos.....	48
10	Comparación del porcentaje de efectividad a los cinco días de cada una de las aplicaciones.....	49
11	Matriz de correlaciones entre las variables en estudio.....	50
12	Análisis de factores.....	51
A 1	Porcentaje de efectividad para cada uno de los tratamientos con su respectiva lectura.....	69
A 2	Población total de garrapatas muertas entre cada lectura.....	70

RESUMEN

El presente trabajo de tesis realiza el análisis y evaluación del efecto antigarrapaticida de la planta *Larrea tridentata* (gobernadora) que para encontrar un efecto similar o igual a un producto químico, se empleó como testigo al producto químico denominado Garraban Mo y mediante la preparación de cinco diferentes diluciones obtenidas a partir del secado, triturado y molienda de las hojas de la planta de gobernadora se pusieron en contacto con un solvente (alcohol etílico al 96°) para la liberación de los compuestos orgánicos de la planta y con una succusión continua de aproximadamente 24 días se obtuvo el extracto etéreo para llevar así a su aplicación en campo. Con la delimitación de seis áreas con cinco repeticiones cada una, se buscó obtener un número igual a 50 garrapatas por tratamiento en los bovinos, esto con la finalidad de que el experimento fuese representativo. El trabajo fue llevado a cabo en el rancho La Vainilla propiedad de la señora Reyna Pérez Roblero ubicado en la comunidad de Pablo L. Sidar situado en el municipio de Chicomuselo, Estado de Chiapas con una altitud de 610 msnm, latitud N de 15°49'47" y longitud O de 92°16'31". Las aplicaciones de las diluciones se hicieron en ganado Brahman cruzado con Pardo Suizo, en la adquisición de un nuevo semental se pudo apreciar el nivel de rusticidad del ganado presente ya que, en el semental, 30 por ciento Hereford y 70 por ciento Sardo Negro se encontró un número mayor de garrapatas que en el resto de los animales.

Además de hacer énfasis en la importancia del uso de productos naturales como medio para disminuir el uso de productos químicos dando un bienestar y confort al animal, aparte de brindar al mercado carne en las mejores condiciones.

Los resultados obtenidos se realizaron en base a una estructura estadística donde la herramienta fundamental empleada para llegar a cada uno fue el paquete estadístico NCSS 2007. Para el análisis estadístico, como factor principal se empleó la concentración del sustrato y el tiempo de aplicación en

cinco repeticiones, la concentración del sustrato se aplicó en cinco niveles más el tratamiento testigo, el tiempo se midió en siete intervalos.

En el análisis de varianza se encontró que existe diferencia significativa tanto en la concentración del sustrato como en el tiempo, la mejor dilución a los cinco días es la número uno con 94.8 por ciento y la dilución número dos con 82.1 por ciento, con una diferencia del 12.7 por ciento.

El resultado final de la evaluación estadística determina que con los porcentajes obtenidos, en particular el de la dilución número uno, arroja un valor que al rebasar el 60 por ciento de efectividad, la FAO lo considera eficaz como producto acaricida, además de que el efecto del extracto de *Larrea tridentata* mostró eficacia al producto químico empleado como testigo, teniendo una diferencia en porcentaje del 3.6 por ciento, la expresión del mayor porcentaje de muertes de garrapatas es similar entre la dilución uno y el testigo a los cinco días.

Larrea tridentata, Boophilus, Chiapas, Diluciones, Brahman, Garrapaticida.

I. INTRODUCCIÓN

La importancia del sector agropecuario radica en el hecho de que es la fuente principal de alimentación a nivel mundial, de donde se pueden obtener diversos productos de diferentes áreas con un fin en común.

Cuando algún sector se ve afectado por cierta situación, se ve reflejado en la disminución de su producción y por ende en los costos de esta misma, acarreando así un sinnúmero de problemas tanto para el productor como para el consumidor. A lo que se enfrentan más comúnmente en sus hatos ganaderos son problemas con parásitos que les provocan mermas y que con el paso del tiempo dichos parásitos han desarrollado gran resistencia a los diversos productos que se han ido empleando, el mismo problema también ha prevalecido en explotaciones en engorda extensiva.

El ganado bovino se encuentra fuertemente asediado por la garrapata del género *Boophilus* spp, miembro de la familia Ixodidae (garrapatas duras) ampliamente difundida en las regiones tropicales y subtropicales y, para su control se han empleado productos químicos lo que ha generado el desarrollo paulatino y progresivo del fenómeno de resistencia al uso de ixodicidas (Fernández *et al.*, 2005); dicho fenómeno, es el resultado de una adaptación y selección genética gradual y sucesiva en las poblaciones de garrapatas ante los ixodicidas lo cual, por un lado, les permite sobrevivir al contacto con estos productos y, por otro, heredar esta característica a sus descendencias respectivas (Fragoso *et al.*, 1996; Rodríguez, 2005).

El efecto más notorio que las garrapatas causan en los bovinos es la transmisión de microorganismos ya que son vectores de patógenos importantes como protozoarios, bacterias, virus y nemátodos, el modo de transmisión es por vía de secreciones salivales, fluidos coxales, regurgitación y a través de las heces (Márquez *et al.*, 2005) además, de los daños a las pieles a causa de las picaduras, anemia por la pérdida de sangre y baja producción de leche y carne.

Actualmente se encuentran descritas 850 especies de garrapatas en el mundo y son divididas en tres familias: *Ixodidae* (garrapatas duras), *Argasidae* (garrapatas blandas) y *Nuttalliellidae*, la cual posee características intermedias de las primeras dos familias (Horak *et al.*, 2002; Barker y Murrell, 2004).

Las especies de garrapatas más comúnmente encontradas en México son; *Boophilus microplus* y *annulatus*, de las cuales la segunda se localiza en los estados del Noreste (Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas) aunque también es observada en la vertiente del pacífico desde Guerrero hasta el norte de Sinaloa, incluso en escasas proporciones en Chihuahua, Baja California y Baja California Sur (Solís, 1991).

Ante el creciente número de focos de aparición de resistencia a diversos ixodídeos y los peligros en la contaminación del medio que esto implica, es necesario explorar otras opciones para el control de garrapatas, tales como el uso de extractos de plantas con propiedades ixodícidas/ixodistáticas, sobre las cuales existen pocas investigaciones.

Un ejemplo de esto último es el caso de la evaluación de concentraciones de extracto de *Larrea tridentata* como garrapaticida, llevada a cabo en el Estado de Oaxaca en un rancho de pequeños productores donde año tras año tienen el mismo problema con la prevalencia de las garrapatas, los resultados tuvieron una aprobación aceptable ya que el extracto de *Larrea tridentata* si tuvo efecto sobre el control y muerte de garrapatas y porque fue comparable con un producto químico.

En el presente trabajo se busca emplear un nuevo producto orgánico como lo es el extracto de *Larrea tridentata* para el control de garrapatas y encontrar la dilución óptima que tenga la mayor eficacia, así mismo tratar de disminuir el uso de productos químicos.

Objetivo General

- Evaluar extracto de *Larrea tridentata* como garrapaticida orgánico

Objetivos Específicos

- Evaluar el efecto del extracto de *Larrea tridentata* en el control de garrapata aplicado a ganado Brahman cruzado con Pardo Suizo.
- Comparar diluciones diferentes de extracto de *Larrea tridentata* contra un garrapaticida comercial en el control de garrapata.
- Obtener la dilución de extracto de *Larrea tridentata* con mayor efectividad en la muerte de garrapatas.

Hipótesis

- El extracto de *Larrea tridentata* no tiene efecto en el control de garrapata aplicado a ganado Brahman cruzado con Pardo Suizo.
- No existen diluciones de extracto de *Larrea tridentata* mejores que el garrapaticida comercial en el control de garrapata.
- No se obtiene dilución de extracto de *Larrea tridentata* con mayor efectividad en la muerte de garrapatas.

Justificación

Durante muchos años los ganaderos han empleado acaricidas con los inconvenientes que trae su uso, como el alto costo, la presencia de residuos químicos en carne, leche y suelo, lo cual puede acarrear problemas para el consumidor, además de la resistencia de los ácaros a estos productos químicos; debido a esto y a aspectos tanto ecológicos como económicos, se ha iniciado la incorporación de un concepto diferente en su control, el uso de acaricidas a base de productos naturales.

La importancia y relevancia que tiene este trabajo es conocer cuál es la capacidad de control de garrapatas que tiene el extracto de *Larrea tridentata* en la creciente prevalencia y resistencia a productos químicos. Este conocimiento será en beneficio del sector ganadero evitando mermas en el hato debido a la amenaza de garrapatas, mejorando el confort animal, evitando la contaminación del ambiente y reduciendo costos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Descripción de la Planta Gobernadora (*Larrea tridentata*)

Es una de las plantas del desierto más adaptables en el mundo; fue una de las primeras en volver a crecer en Yucca Flats después de las pruebas de la bomba nuclear de 1962 que hicieron ahí. Potente antibacteriano al cual también se le conoce como arbusto de creosota o greasewood, debido a la resina pegajosa y de olor fuerte que se encuentra en sus hojas (Wallace *et al.*, 1972).

Clasificación Taxonómica

Tabla 1. Clasificación taxonómica de *Larrea tridentata*

Rango	Nombre científico y nombre común
Reino	Plantae - Plantas
Sub Reino	Tracheobionta - Plantas vasculares
Superdivisión	Spermatophyta – Plantas con semilla
División	Magnoliophyta - Planta florece
Clase	Magnoliopsida - Dicotiledóneas
Sub clase	Rosiadae
Orden	Sapindales
Familia	Zigophyllaceae
Género	<i>Larrea</i>
Especie	<i>tridentata</i> (DC.) Coville

United States Department of Agriculture (USDA, 1994)

Morfología

Larrea tridentata, arbusto siempre-verde o perenne xerófito, cuya edad individual probablemente alcanza más de los 100 años, aunque algunos grupos pueden sobrevivir cientos o miles de años a través de la reproducción asexual, la edad es determinada por el tamaño de la corona de la raíz. La raíz tiene únicamente 175 cm de profundidad, pero se extiende cuatro metros lateralmente (Brinker, 1993).

El tamaño de la planta oscila entre 0.5 a cuatro m de altura dependiendo de la lluvia de invierno o verano y varía en la altura media según la familia ploidía (diploide 86 cm, tetraploide 138 cm, y hexaploide 112 cm). No hay tronco principal, pero las ramas delgadas crecen vertical u oblicuamente desde la corona de la raíz y se convierten en dicótomas lateralmente (Coyle y Roberts, 1975).

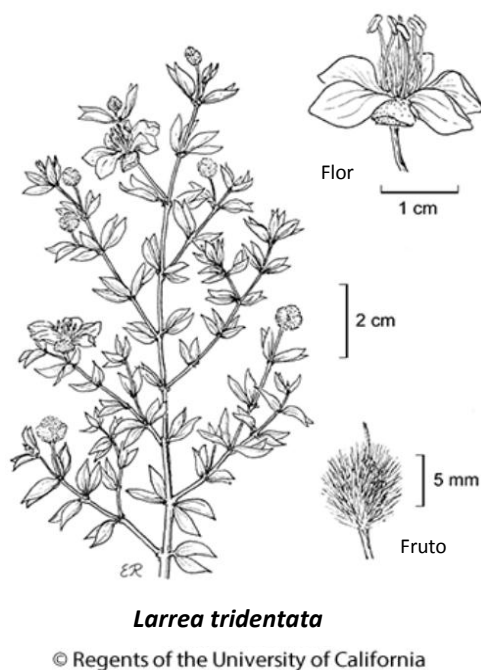


Figura 1. Planta de *Larrea tridentata* y sus medidas. (© Regentes de la Universidad de California)

Hojas

Las hojas resinosas son compuestas y opuestas con dos folíolos unidos entre sí en la base, de color verde oscuro, de aproximadamente seis - 12 mm de largo a 8.5 mm de ancho, son gruesas y, fuertemente aromáticas, oblicuamente lanceoladas a curvas. Las hojas jóvenes son ligeramente más brillantes que las hojas maduras (Lia *et al.*, 2001).

Flores

Las Flores son pequeñas, amarillas, algo llamativas, tienen partes masculinas y femeninas y son polinizadas por los insectos u ocasionalmente auto-polinizadas. De 2.5 cm de ancho; sépalos ovoides, pilosos; pelos ováricos densos, rectos y rígidos, plateados (marrón rojizo en la fruta); estilo cuatro-seis mm, persistente en fruta joven. Crecen cerca de los extremos de los brotes jóvenes como flores solitarias de cinco pétalos. Aparecen al principio de la primavera, pero pueden florecer en cualquier momento después de una lluvia. (Muller, 1991).

Fruto

El fruto es una cápsula densamente cubierta de pelos blancos de 4.5 mm de ancho por siete mm de largo que contiene cinco semillas, las cuales se desprenden en primavera y principios de otoño y, son distribuidas por el viento y la lluvia. Una fruta se considera madura cuando se ha vuelto de color marrón oscuro y se ha dividido en cinco secciones (mericarpios) (Wasowski y Wasowski, 2000).

Composición

El ácido nordihidroguaiarético (NDGA), químicamente descrito como beta, gammadimetil-alfa, delta-bis (3,4 dihidroxifenil) butano, es ciertamente el más significativo de los muchos compuestos importantes contenidos en *L. tridentata*. Se ha determinado que tiene actividad antioxidante, antiinflamatoria, citotóxica, antimicrobiana e inhibidora de enzimas (Mabry *et al.*, 1984b). Ocurre en todas las especies e híbridos de *Larrea*. Ahí una ligera diferencia en la concentración media entre los géneros de ploidía (diploide, tetraploide, hexaploide) al pasar del desierto de Chihuahua (2.62 %) al de Sonora (3.48 %) y Mohave (4.86 %) pero parece que la concentración es independiente de la precipitación relativa y época del año (Gisvold, 1948).

El propósito de NDGA y su derivado de o-quinona es evidentemente repeler a los herbívoros (Greenfield *et al.*, 1987) una función importante ya que hay 30 especies de cinco órdenes de insectos asociados con *L. tridentata* (así como 26 especies de arañas). El ganado normalmente no la come, pero una vez removida la resina es una buena fuente de proteína (Duisberg, 1952).

Tabla 2. Principales constituyentes fitoquímicos de *Larrea tridentata* (Brinker, 1993)

Peso seco (%)	Clase/ Tipo	Compuesto
16-21	Fenólicos/ Líganos	Ácido dihidroguayarético
		Hemi-norisoguaiacin
		Ácido nordihidroguaiarético
		Nordihidroguayacín
5-7.5	Flavonoides/Aglicona	Apigenina
		Kaempferol
	Flavonoides/ Glucósidos	Chrisoeriol
		Quercetina
10-15	Saponinas/ Triterpenos	Larreagenin A
		Ácido Larréico
70.1 (De tallos)	Lípidos/ Ésteres de cera	Alkil ésteres

Valor Nutricio

Agua.....	4.79 %
Ceniza.....	8.06 %
Proteína bruta.....	13.37 %
Fibra bruta.....	11.21 %
Grasa.....	9.13 %
Extracto libre de nitrógeno.....	43.38 %

(Catlin, 1925)

Hábitat

Comúnmente crece en bajadas, pendientes inclinadas, piso de valles, dunas de arena y arroyos, en elevaciones de hasta 1,515 msnm y con temperaturas extremas variando el tipo de desierto como en Puerto Libertad, Sonora, la temperatura media anual es de 20.2 °C. Las temperaturas durante el día en verano a menudo alcanzan los 47 °C, los promedios anuales de precipitación son de 100-300 mm (MacMahon y James, 1988).

Domina aproximadamente 17.5 millones de hectáreas desde el oeste de Texas hasta el sur de California en los Estados Unidos (Duisberg, 1952). Su rango en el desierto de Mojave va desde la parte sur de California y Nevada a la parte central de Arizona y Nuevo México. En la República Mexicana, la gobernadora se encuentra en parte del desierto Sonorense, incluyendo los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora y en el desierto Chihuahuense incluyendo los estados de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Zacatecas, San Luis Potosí y Durango (Belmares *et al.*, 1979).

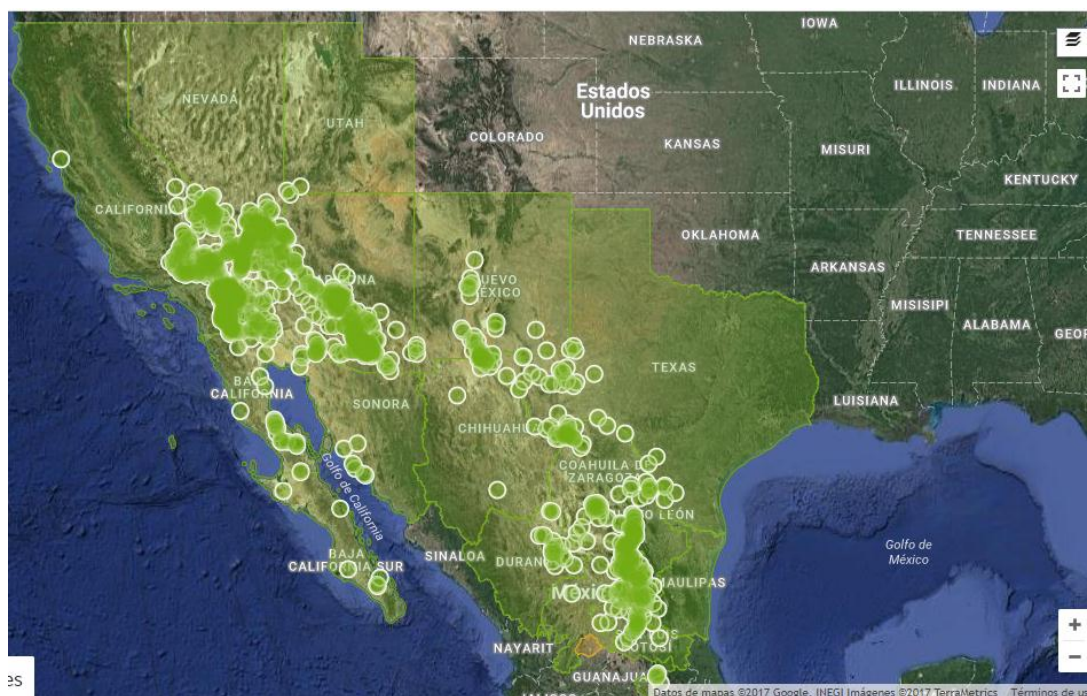


Figura 2. Distribución de *Larrea tridentata* en Norteamérica (Datos de mapas® 2017 Google, INEGI).

Usos

Se ha utilizado principalmente para el tratamiento de cáncer, el acné, reumatismo y la diabetes. También ha sido promovido por sus efectos antioxidantes y, como un purificador de sangre y un agente de pérdida de peso (Newall *et al.*, 1996). Los ensayos clínicos no han apoyado estos usos.

En 1943, *Larrea* fue aprobada por la División de Inspección de Carne de la Administración de Alimentos de Guerra de los Estados Unidos como un antioxidante alimenticio. Se utilizó como conservador de grasa y mantequilla hasta que se introdujeron mejores conservadores. Se eliminó de la lista GRAS de la FDA (generalmente reconocida como segura).

En 1959, el Instituto Nacional del Cáncer recibió informes de que varios pacientes con cáncer alegraron efectos benéficos de beber té de gobernadora. Años más tarde, un tratamiento similar fue llevado a la atención de los médicos de la universidad de Utah (Dermaderosian, 1998). Así como una lista de los usos etnobotánicos principales (Tabla 3) que se le han atribuido a la planta de gobernadora por diversos autores en distintas épocas.

Numerosos estudios han demostrado que los extractos de gobernadora tienen acción antifúngica bajo condiciones *in vitro* en al menos 17 hongos fitopatógenos de importancia económica. De igual manera, extractos y material vegetativo molido en polvo e incorporado al suelo han confirmado inhibir o controlar *in vivo* seis hongos en cultivos agrícolas (Lira *et al.*, 2003b; Vargas *et al.*, 2006; Jasso *et al.*, 2007).

Se evaluó la eficiencia de extractos vegetales de *Larrea tridentata* obtenidos con diclorometano, metanol y agua, sobre el crecimiento radial *in vitro* de cuatro hongos fitopatógenos, para dichos ensayos se aplicaron diseños completamente al azar en cuatro tratamientos y tres repeticiones en cada hongo, se determinaron inhibiciones del 100 por ciento para tres de los hongos en estudio: *Alternaria tenuissima* con extracto de EtOH a 750 ppm; *Aspergillus*

ninger con extracto DCM a 3000 ppm y *Rhizopus oryzae* a partir de 150 ppm y 250 ppm de los extractos DCM y EtOH, respectivamente.

Los extractos evaluados en este estudio, en la mayoría de los casos presentan control del crecimiento de los hongos en concentraciones menores respecto a lo reportado por otros autores.

Este estudio fue diseñado para evaluar la actividad antibacteriana del extracto metanólico crudo (CME) y las fracciones (hexano (H), diclorometano (DCM) acetato de etilo (EA) y etanol (ET) obtenido a partir de *Larrea tridentata* (Sessé & Moc. Ex DC.) La actividad antibacteriana se determinó por el método de difusión en agar contra seis cepas de bacterias Gram-positivas y Gram-negativas.

El método de micro-dilución se aplicó para la determinación de la concentración inhibitoria mínima (MIC) de las cepas de bacterias seleccionadas (Peñuelas *et al.*, 2015).

Descripción de la Garrapata

Clasificación Taxonómica

Reino: Animalia

Phylum: Artropoda = Garrapatas, ácaros, arañas, insectos, crustáceos y otros.

Clase: Aracnida = Garrapatas, ácaros, arañas, escorpiones y otros.

Orden: Acarina = Garrapatas y acararos

Suborden: Ixodoidea = Garrapatas

Familias: Argasidae, Ixodidae

Géneros: Amblyoma, Anocentor, Boophilus, Dermacentor, Haemaphisalis, Argas, Hyalomma, Otobius

Especies: *A. cajennense*, *B. microplus*, *A. persicus*

(Landeros *et al.*, 1999).

Tabla 3. Principales usos etnobotánicos de hojas y ramas de *Larrea tridentata* (Arteaga, 1997)

Usos	Referencia
Acné, psoriasis y caspa	Estudillo e Hinojosa (1988); Brent (1999)
Problemas alérgicos	Brinker (1993)
Presión arterial alta	Argueta (1994); Sheikh <i>et al.</i> (1997)
Analgésico y antiinflamatorio	Timmermann (1977); Argueta (1994); Kay (1996); Tyler y Foster (1999)
Anemia	Argueta (1994)
Antiamóxico	Brent (1999); Segura (1978)
Antibiótico	Mabry <i>et al.</i> (1979a); Argueta (1994)
Antifúngico	Mabry <i>et al.</i> (1979a); Barragán <i>et al.</i> (1994); Brent (1999)
Antineoplásico	Sheikh <i>et al.</i> (1997); Tyler y Foster (1999)
Antiséptico	Timmermann (1977); Mabry <i>et al.</i> (1979b); Argueta (1994); Kay (1996); Lara y Márquez (1996)
Antiviral	Brent (1999)
Artritis y reumatismo	Mabry <i>et al.</i> (1979b); Brinker (1993); Argueta (1994); Lara y Márquez (1996); Tyler y Foster (1999)
Purificador de sangre	Sheikh <i>et al.</i> (1997)
Calambres e inflamación intestinal	Mabry <i>et al.</i> (1979b); Tyler y Foster (1999)
Bronquitis	Timmermann (1977); Sheikh <i>et al.</i> (1997)
Quemaduras	Sheikh <i>et al.</i> (1997); Brent (1999)
Varicela	Timmermann (1977); Sheikh <i>et al.</i> (1997)
Cicatrices, hematomas y hemorroides	Argueta (1994)
Resfriado, tos y gripe	Argueta (1994); Brent (1999); Tyler y Foster (1999)
Agente anticonceptivo (raíces de la planta)	Moser (1970); Argueta (1994)
Calambres	Brinker (1993)
Diabetes	Winkelman (1989); Argueta (1994)
Enfermedades del hígado y como tónico del hígado	Sheikh <i>et al.</i> (1997); Brent (1999)
Disuria	Martínez (1969); Lara y Márquez (1996)
Diurético	Mabry <i>et al.</i> (1979b); Tyler y Foster (1999)
Emético	Mabry <i>et al.</i> (1979b); Tyler y Foster (1999)
Dolor de cabeza	Argueta (1994)
Piedras del riñón y de la vesícula biliar	Díaz (1976)
Dolor de riñón y cistitis	Martínez (1969)
Dolores menstruales e inflamación después del parto	Estudillo e Hinojosa (1988); Argueta (1994); Brent (1999)
Neuritis y ciática	Timmermann (1977); Mabry <i>et al.</i> (1979b)
Parásitos	Mabry <i>et al.</i> (1979a); Brinker (1993)
Mordedura de serpiente, trastornos cutáneos crónicos	Nellesen (1997); Sheikh <i>et al.</i> (1997); Brent (1999)
Esterilidad	Estudillo e Hinojosa (1988) y Argueta (1994)
Dolor de estómago y diarrea	Argueta (1994); Sheikh <i>et al.</i> (1997)
Dolor de muelas	Brent (1999)
Tuberculosis	Timmermann (1977); Tyler y Foster (1999)
Úlcera e indigestión	Argueta (1994)
Infecciones urinarias y enfermedades venéreas	Timmermann (1977); Mabry <i>et al.</i> (1979b); Brent (1999)
Pérdida de peso	Sheikh <i>et al.</i> (1997)

Ciclo Biológico

Hay cuatro etapas del ciclo de vida de la garrapata: Huevo, larvas de seis patas o semilla de garrapata, ninfa de ocho patas y el adulto (macho y hembra); la transición de una etapa a otra se realiza por una o varias mudas (desprendimiento de la cutícula). Después de la eclosión de los huevos, las garrapatas deben ingerir sangre de un huésped durante cada etapa sucesiva de la vida para sobrevivir. Muchas especies de garrapatas tienen un ciclo de vida de tres hospederos y algunos tienen un ciclo de vida de un huésped (Kahn y Line, 2003).

En garrapatas con un ciclo de vida tres hospederos, el desarrollo de la garrapata de larva a ninfa y adulto, requiere la alimentación de un huésped diferente en cada etapa (es decir, se necesitan tres especies hospedadoras diferentes para madurar a la etapa adulto). Las larvas y ninfas de estas garrapatas generalmente se alimentan de una variedad de especies huésped, tales como aves y mamíferos pequeños, mientras que los estadios adultos a menudo se alimentan de mamíferos grandes, como vacas, caballos y ciervos. Las garrapatas de tres hospederos normalmente pueden completar su ciclo de vida en unos pocos meses a un año (Fragoso y Soberanes, 1992).

Toda la alimentación de las garrapatas en cada etapa de su ciclo de vida es parasitaria. Las garrapatas se alimentan sólo de la sangre del huésped. La alimentación de ixodidos es lenta porque la pared del cuerpo necesita crecer antes de que pueda expandirse a tomar una gran cantidad de sangre.

Todas las garrapatas pasan la mayor parte de su ciclo de vida lejos de sus huéspedes, ocultándose ya sea en el suelo y la vegetación o en los nidos de sus huéspedes. Por lo que deben ser capaces de encontrar un huésped para alimentarse. Las garrapatas hacen esto de varias maneras. Muchas de ellas tienen los huevos y estados de muda en el suelo o la vegetación, en el entorno donde sus huéspedes pastan o cazan. Estas se arrastran sobre la vegetación y esperan a su huésped pasar. Este tipo de emboscada y el comportamiento de espera en la vegetación se le llama búsqueda. Las garrapatas acceden a los

huéspedes utilizando sus patas delanteras y luego se arrastran sobre la piel para encontrar un lugar adecuado para sujetarse y alimentarse (Lima, 2010).

Huevo

Las hembras alimentadas con sangre ponen sus huevos en el suelo, que lo inicia típicamente al final de la primavera, generalmente cerca del sitio donde se separan de sus hospederos. La familia ixodidae oviposita de 1800 a 20000 huevos (Collado, 1960) mientras que las garrapatas Argasidas después de cada toma de sangre ponen de 20 a 50 huevecillos (Pratt y Litting, 1961).

Larva

En el verano del primer año, los huevos depositados a finales de la primavera eclosionan en larvas de seis patas que se alimentan una vez en una variedad de pequeños mamíferos o aves. Las larvas engordan y caen del huésped a la tierra donde pasan el invierno y mudan. Después de la eclosión, las larvas no transportan patógenos transmitidos por garrapatas, como la bacteria *Borrelia burgdorferi* que causa la enfermedad de Lyme. Pueden captar patógenos durante su primera comida de sangre de un huésped enfermo y posteriormente transmitir tales patógenos durante su segunda y tercera alimentación como ninfas o adultos. En la primavera del año siguiente, las larvas emergen como ninfas de ocho patas (Belozherob, 1982).

Ninfa

En el segundo año, las garrapatas de patas negras de la etapa ninfal comenzaran a alimentarse y la actividad máxima es típicamente de mayo a julio, pero esto puede comenzar antes dependiendo del clima. En este momento, la ninfa puede transmitir organismos que causan enfermedades a los seres humanos o a mamíferos salvajes o domésticos. Tanto las larvas como las ninfas tienen el potencial de infectarse con bacterias de la enfermedad Lyme (*B. burgdorferi*) y otros patógenos transmitidos por garrapatas cuando se alimentan de ratones de patas blancas infectados (*Peromyscus leucopus*), ardillas (*Tamias striatus*) o ciertas especies de aves. El ratón de patas blancas es la

fuente principal (reservorio) de *B. burgdorferi* y *Babesia micro*, el organismo que causa la mayoría de los casos de babesiosis humana y *Anaplasma phagocytophilum*, el organismo que causa la *Ehrlichiosis granulocitica* humana (Ocádiz, 2003).

La etapa ninfal es más probable que transmita patógenos transmitidos por garrapatas a los seres humanos debido a su tamaño pequeño (menos de dos mm, aproximadamente el tamaño de una semilla de amapola) lo que hace más difícil detectar y eliminar (Garnett *et al.*, 2011).

Adulto

Durante el otoño, las ninfas mudan a las garrapatas masculinas y femeninas adultas. Los adultos buscan huéspedes de mamíferos medianos a grandes. Las hembras se alimentan de ciervos y otros grandes mamíferos, se unen, ponen huevos y mueren. Si las hembras no se alimentan en el otoño, tratan de encontrar un huésped grande en la primavera siguiente. Una helada no mata las garrapatas de patas negras y los adultos pueden ponerse activos tan pronto como estén por encima de la congelación. Ocasionalmente pueden ser detectados durante un deshielo temporal de invierno. Las garrapatas machos adultos de patas negras se unen a un huésped para esperar a las hembras (Garnett *et al.*, 2011).

Vida de las Garrapatas Duras

Las garrapatas duras tienen una variedad de historias de vida con respecto a la optimización de sus posibilidades de contacto con un huésped apropiado para asegurar la supervivencia. Algunas garrapatas se alimentan de un solo huésped durante las tres etapas de vida. Son denominadas **garrapatas de un huésped**. Este tipo de garrapata permanece en un huésped durante los estadios larvario y ninfa, hasta que se convierten en adultos y, las hembras caen del huésped después de alimentarse para poner su lote de huevos, otras garrapatas se alimentan de dos huéspedes durante sus vidas y se llaman **garrapatas de dos hospederos**, este tipo de garrapata se alimenta y permanece en el primer

huésped durante las etapas larvales y ninfales de su vida, posteriormente se desprende y se une a un huésped adulto diferente para su comida final. La hembra adulta se desprende después de alimentarse para poner sus huevos. Por último, muchas garrapatas se alimentan de tres huéspedes, uno durante cada etapa de la vida y se nombra apropiadamente **garrapatas de tres hospederos**, estas garrapatas caen y se vuelven a unir a un nuevo huésped durante cada etapa de su vida, hasta que finalmente las hembras adultas ponen su lote de huevos. En cada caso, la fase adulta alimentada es terminal, es decir, después de haber puesto un lote de huevos la hembra muere y, después de que el macho se ha reproducido, muere también (Sonenshine, 1991).

Garrapatas Blandas: Familia Argasidae

Las etapas de vida de las garrapatas blandas no son fácilmente distinguibles. La primera etapa es donde 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 etapas ninfales múltiples, aumentando gradualmente de tamaño hasta la etapa final de muda, a la etapa adulta. Algunas garrapatas blandas pasan por hasta siete mudas ninfales antes de que se conviertan en adultos. Las garrapatas blandas se alimentan varias veces durante cada etapa de la vida y las hembras ponen múltiples lotes pequeños de huevos entre las comidas de sangre durante sus vidas.

El tiempo del ciclo de vida hasta su finalización es generalmente mucho más largo que el de las garrapatas duras, el cual dura varios años. Además, muchas garrapatas blandas tienen una resistencia misteriosa a la inanición, y pueden sobrevivir durante muchos años sin una ingesta de sangre (Furman y Loomis, 1984).

Ciclo de Vida de Garrapatas del Ganado

Las garrapatas del ganado son las de un huésped, cuyos estadíos son, larva, ninfa y adulto, permanecen en el mismo animal. La fase parasitaria del ciclo de vida dura alrededor de tres semanas (Sonenshine, 1991).

Parte Parasitaria del Ciclo de Vida

Cuando la “semilla” de garrapata (larvas) infestan un hospedero, pican de inmediato y comienzan su alimentación. Sin embargo, durante los primeros días después de la infestación, la alimentación es intermitente y las larvas con frecuencia se desprenden para moverse del hospedador, después de cinco a seis días, que ingieren una gran cantidad de comida de los fluidos del tejido y la sangre, mudan para convertirse en ninfas de ocho patas, también se alimentan de la sangre del huésped y mudan a adultos jóvenes después de seis a ocho días (Sonenshine, 1993).

Los machos generalmente mudan primero y pueden encontrarse debajo de ninfas y garrapatas hembras repletas. Los machos son mucho más pequeños y más activos que las hembras.

La vida parasitaria de las garrapatas se ha completado en ocho a 12 días después de la muda de las ninfas. El ciclo de vida se completa de 19 a 26 días. Los machos repletos de sangre pueden permanecer ya sea en el huésped o desprenderse con la hembra. Los machos han sido conocidos por sobrevivir durante 70 días, ya sea en el huésped, o sobre la vegetación, confiando sólo en el rocío o jugos vegetales para sus necesidades de líquidos (Queensland, 2015).

Parte no Parasitaria del Ciclo de Vida

Esta comienza cuando la garrapata hembra completamente llena de sangre, en la etapa en la que se observa en ganado infestado, cae al suelo y se busca un lugar adecuado para poner sus huevos. El período de puesta pre-huevo

depende la temperatura ambiental y la humedad relativa y puede ser tan corta como uno o dos días o tan largo como 40 días.

La duración de la puesta de huevos también es de temperatura controlada y puede variar desde los dos a los 44 días. Cada hembra puede poner hasta 3500 huevos durante la temporada húmeda, cuando la temperatura y la humedad son óptimas y, los huevos eclosionan, en aproximadamente de 18 a 21 días (Shaw *et al.*, 1970).

Las larvas de seis patas, que salen de los huevos, se conocen como garrapatas de semilla. Son extremadamente activas en respuesta a los objetos en movimiento. La proximidad de un animal es suficiente para activarlas, para subir hasta la punta de las hojas de hierba, donde pueden hacer contacto más fácilmente. Durante la noche las garrapatas de semilla se resguardan en la vegetación.

La longevidad de las garrapatas de semilla se ve influenciada por la temperatura y la humedad. Son extremadamente vulnerables a muy bajas temperaturas y baja humedad del ambiente. En el norte de Australia la longevidad máxima es de dos a cuatro meses, dependiendo de la temporada.

La parte no parasitaria del ciclo de vida termina cuando las garrapatas de semilla encuentran huéspedes adecuados. Estos pueden ser no necesariamente el ganado. También se han conocido por infestar caballos, ovejas, perros, búfalos, ciervos, cerdos y liebres, aunque el ganado es el huésped preferido (Ocádiz, 2003).

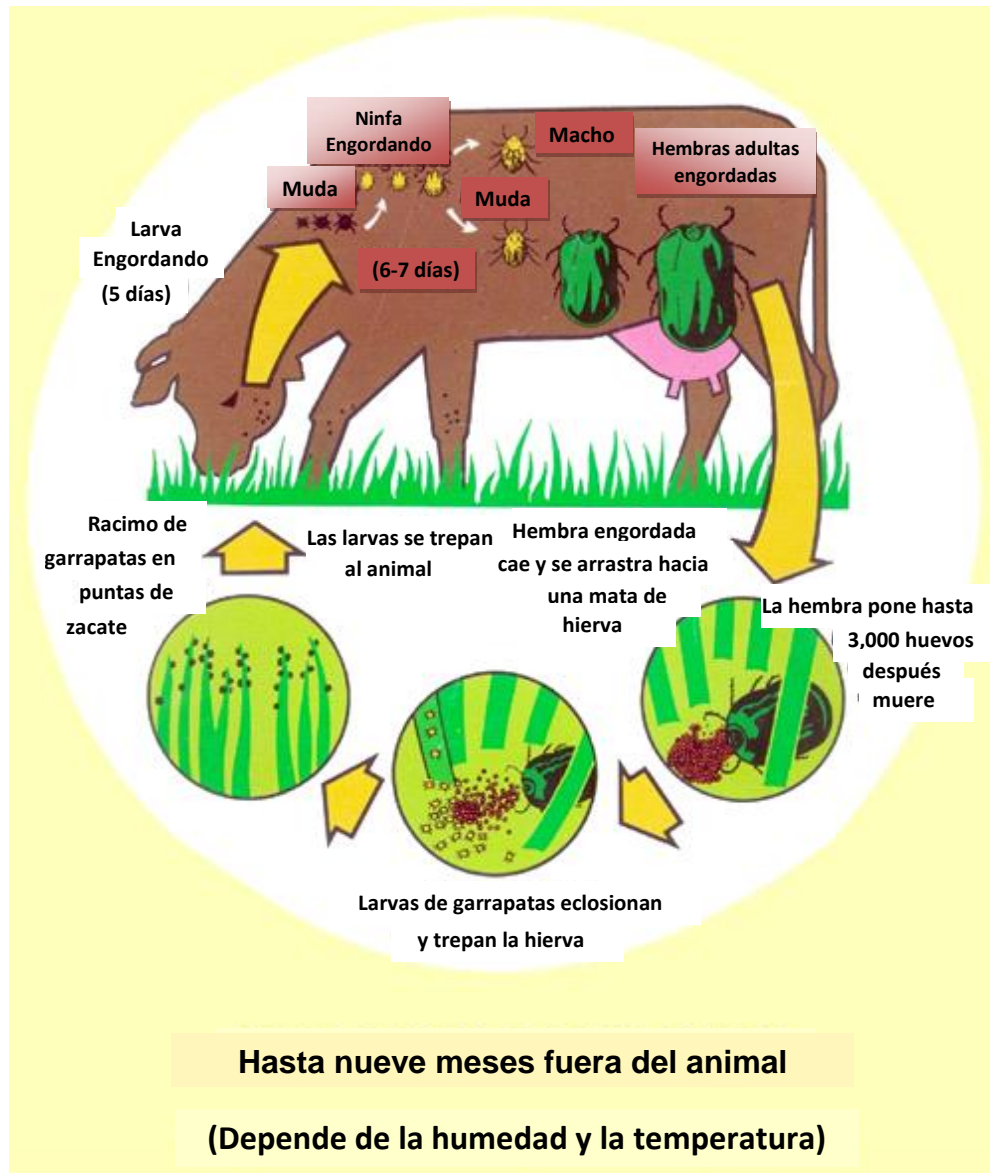


Figura 3. Ciclo de vida de *Boophilus microplus* (garrapata de un hospedero) © State of Queensland Department of Agriculture and Fisheries, 2015

Tabla 4. Diferencias entre garrapatas duras y garrapatas blandas (Hoskins, 1991)

Características	Ixodidae (Garrapatas duras)	Argasidae (Garrapatas blandas)
1. Capitulum (gnathosoma) Palpi (contra-anclas) Basis capituli	El extremo terminal se puede ver en vista dorsal. Rígido no como una pierna y de varias formas. Las hembras tienen muchos hoyos pequeños llamados áreas porosas sobre la base del capituli.	El extremo ventral o subterminal no se puede ver en vista dorsal. Una pierna con segmentos similares. No tiene áreas porosas en la base del capituli.
2. Scutum (Escudo del cuerpo) Festones. Ojos (cuando están presentes)	Presente. Que cubre toda la espalda en los machos, pero sólo una pequeña parte en el frente en las hembras. Generalmente presente. En el costado dorsal del scutum	Ausente. Ausente Lateral en pliegues supra-coxales.
3. Piernas Coxae Tarsi Pulvilli, (lat. almohadas)	Generalmente armado con espuelas. Generalmente armado con 1 ó 2 espuelas ventrales. Siempre presentes	Desarmado Sin espuelas ventrales. Ausente o rudimentario.
4. Ciclo de vida	Sólo un estadio ninfal.	Dos a ocho estadios ninfales.
5. Ejemplos de dimorfismo sexual	Marcado <i>Dermacentor andersoni</i> <i>Haemophysalis spinigera</i> <i>Ixodes, Scabularis, etc.</i>	Ligero <i>Ornithodoros maubata</i> <i>Otobius megnini</i> <i>Argas persicus, etc.</i>

Morfología de las Garrapatas

El Cuerpo se Divide en Dos Regiones:

1. El capitulum (también conocido como gnathosoma). Parte anterior de un ácaro, compuesto de partes bucales, segundo par de miembros, separada del cuerpo (idiosoma: contiene el opisthosoma y parte de la prosoma) por un anillo de cutícula blanda a veces llamado rostrum.

2. El cuerpo propiamente dicho. El capitulum no es la verdadera cabeza a pesar de que comúnmente se conoce como tal. La proyección anteroventral, lleva las partes de la boca y un segmento basal quitínico conocido como base de capitulum. El capitulum de la base anular conecta el capitulum al cuerpo propiamente dicho (Meghna, 1999).

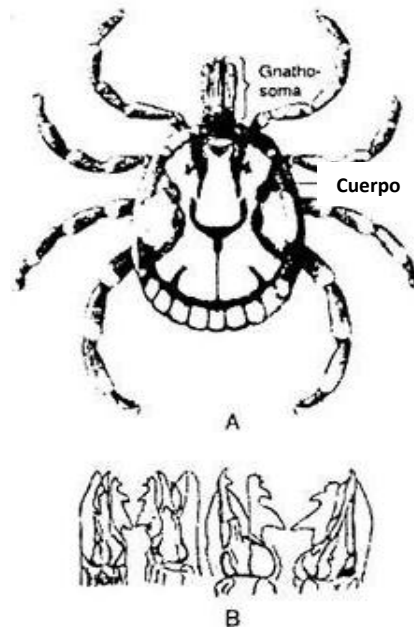


Figura 4. Estructura de la garrapata

A. Vista dorsal de *Amblyomma* macho que muestra dos regiones principales del cuerpo.

B. Los quelíceros de *Ixodes reduvius*. Vista izquierda, dorsal y ventral del macho. Vista derecha, dorsal y ventral de la hembra.

Las partes de la boca incluyen tres tipos de estructuras

El hipostoma ventral a la boca es dentado y alargado, su extremo libre se proyecta (Figura 5).



Figura 5. Hipostoma de una garrapata ixodida insertada en la piel (Cupp, 1991)

- En la superficie dorsal del hipoestoma se encuentra un par de quelíceras, en cada lado de la boca. El terminal libre de cada quelícera es bifurcado (quelatado) dando lugar a un dorsal, endoscópico dentus externo y lateral movable digitus internus.
- Los quelíceros funcionan como estructura de perforación, desgarrar y anclaje mediante la cual se abre el integumento del huésped y se inserta todo el capitulum o al menos el hypostoma dentado.
- Un par de palpi o pedipalpi (segundo par de miembros) surgen del margen anteroventral de la base del capitulum. Estas estructuras actúan como contra-anclas mientras que las garrapatas se unen al huésped. Las partes de la boca muestran características diferentes entre las distintas especies y también entre macho y hembra de la misma especie (Evans y Walter, 2005).
- El cuerpo propio también muestra diferencias entre los miembros de otras familias. Sin embargo, lleva cuatro pares de piernas; cada uno se subdivide en seis segmentos conocidos como coxa, trocánter, femur, genu, tibia y tortus. En algunas especies, ciertas unidades están fusionadas.

- Las piernas terminan característicamente en un par de garras en el tarsi. El orificio genital se localiza en la línea medio-ventral entre el primer y segundo par de patas (Collado, 1960).

Importancia de la Garrapata

Las garrapatas transmiten una mayor variedad de microorganismos, protozoos, bacterias (en particular rickettsias y espiroquetas), virus e incluso helmintos, que cualquier otro grupo vector artrópodo y, se encuentran entre los vectores más importantes de las enfermedades que afectan al ganado, seres humanos y los animales de compañía. Las garrapatas también pueden causar condiciones tóxicas graves, tales como la parálisis y toxicosis, irritación y alergia. Por otra parte, algunas garrapatas pueden causar daño directo considerable para animales de granja (disminución de la producción por la pérdida de sangre y el impacto en el metabolismo del huésped), o mediante la creación de condiciones favorables para las infecciones bacterianas secundarias o miasis.

Mientras que la importancia de las enfermedades transmitidas por garrapatas a animales es medida por la morbilidad y mortalidad, las enfermedades y daños directos es una limitación importante para la producción animal, predominante en (sub) zonas tropicales del mundo.

En general, enfermedades protozoicas transmitidas por garrapatas (en particular *theileriosis* y *babesiosis*) *Rickettsiosis* (tales como anaplasmosis, coxidiosis) y, daños directos son problema de salud y de gestión preeminentes de bovinos y pequeños rumiantes, que afecta a la subsistencia de las comunidades agrícolas en África, Asia y América Latina (Perry *et al.*, 2002; Minjauw y McLeod, 2003). La demanda de productos pecuarios está aumentando rápidamente (Delgado, 1999).

En México, el 53 por ciento es territorio de áreas tropicales y subtropicales donde la garrapata está presente. Las pérdidas ocasionadas por la garrapata

son muy grandes de manera directa (muertes, disminución de la producción) e indirecta (altos costos en el control, restricciones sanitarias).

La baja producción de becerros; en un programa de inseminación artificial con altas poblaciones de garrapatas afecta hasta en un 15 por ciento la fertilidad, así como también altos porcentajes de mortalidad, baja producción de leche, retraso en el mejoramiento genético por la transmisión de enfermedades básicamente piroplasma y anaplasma, altos costos por manutención, bajos rendimiento en las ganancias de peso por altas cargas parasitarias, una cifra aproximada de pérdida en kilogramos desde el destete hasta los 150 días después del destete se pierden hasta 17 kg, altos costos por medicamentos como también altos costos en programas de inseminación artificial y trastornos en el sistema productivo (Cantú *et al.*, 2016).

Resistencia a Productos Químicos

La resistencia es la capacidad adquirida por individuos de una población que les permite sobrevivir a dosis de químicos que generalmente son letales para una población normal (Woodham y Col, 1983; Nari y Hansen, 1999).

Países como Argentina, Costa Rica, Uruguay, Brasil, Colombia y México tienen reportados, en la década de los ochenta y noventa, resistencia a OF (Organofosforados) PS (Piretroides); Cuba sólo a OF. En México la resistencia de la garrapata inicia a partir de los años ochenta, principalmente resistencia a los piretroides y organofosforados oscilando entre 50 y 95 por ciento (Rodríguez *et al.*, 2005). En México el primer reporte de resistencia de *Boophilus* a las aminidas fue en el año de 2001 (Soberanes *et al.*, 2002) y en muchas regiones de México como es Tamaulipas, esta resistencia va en aumento.

Resistencia a Fipronil (Cuore *et al.*, 2007). Según la aparición rápida de resistencia a fipronil en el Uruguay puede deberse a resistencia cruzada con IVM. También se han publicado los primeros reportes de resistencia de *B. microplus* al fluazurón (Australia en 2010 y Brasil en 2014) (Reck *et al.*, 2014). Brasil para fipronil e Ivermectina, la frecuencia de las poblaciones resistentes

fue 64.52 por ciento y 83.87 por ciento, respectivamente. Más de la mitad (54.84 por ciento) de las poblaciones evaluadas tenían individuos resistentes a todos los ingredientes activos (Klafke *et al.*, 2013).

Entre los factores de riesgo asociados a la resistencia se encuentran; frecuencia de baño cada 15 días, tipo de baño de aspersion, el uso del mismo producto por más de dos años (Rodríguez *et al.*, 2005), no rotar productos de diferentes modos de acción, uso de productos caseros y mezclas Regent® (fipronil agrícola) Decis (Delta- Agrícola), mal manejo de baños.

Un complejo de problemas relacionados con las garrapatas y las enfermedades transmitidas al ganado creó una gran demanda de métodos para controlar las garrapatas y reducir las pérdidas del ganado (George *et al.*, 2004).

El control de las infestaciones de garrapatas y la transmisión de enfermedades transmitidas sigue siendo un desafío para la industria ganadera en las zonas tropicales y subtropicales (Lodos *et al.*, 2000).

Los productos ixodicidas reconocidos oficialmente para el control de la garrapata son los pertenecientes a las familias químicas siguientes:

- Órganofosforados
- Piretroides
- Amidinas
- Endectocidas
- Fenilpirazolonas
- Inhibidores del crecimiento
- Inmunógenos Vacuna Bm86
- Otros que regule la secretaría Extractos de plantas.
- Control biológico *Metarhizium anisopliae*

A mediados de 1999 se tenían observados 21 estados de México de los cuales 19 han sido analizados y a 15 de estos se les detectó el mayor número de casos de doble resistencia con 98, 57, 36, 21 y 19 análisis para los estados de Veracruz, Tamaulipas, San Luis Potosí, Tabasco y Chiapas, respectivamente, La cepa Tuxpan fue el primer caso de resistencia a organofosforados en México (Aguirre y Aburto, 1983).

En 1985 se presentó la multirresistencia a organoclorados y organofosforados en una cepa llamada Temporal (Aguirre y Santamaría, 1986). Para 1993 otra doble resistencia fue caracterizada, pero hacia organofosforados y piretroides conocida como Mora.

Control Biológico de Garrapatas

Los agentes de control biológico (biocontrol) son una opción; el uso de microorganismos entomopatógenos (López *et al.*, 2009; Ren *et al.*, 2012) y los agentes herbales también podrían ser una fuente alternativa de acaricidas (Bisen *et al.*, 2011), el suministro puede ser el medio ambiente (por ejemplo suelo del bosque, pastos, césped) ya que generalmente no son tóxicos, además se espera que los agentes de control biológico coevolucionen con sus organismos objetivo, reduciendo la probabilidad de que evolucione la resistencia.

Se han realizado muchos esfuerzos para lograr que los agentes de control que son específicos en la especie objetivo, no ataquen a especies no objetivo, particularmente cuando la especie objetivo escasea (Lynch *et al.*, 2002).

Los enemigos naturales principales de las garrapatas son; aves insectívoras, avispas parasitoides, nemátodos, bacterias (*Bacillus thuringiensis*) y hongos deuteromicetos (principalmente *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana*) (Samish y Rehacek, 1999).

El método más prometedor de control biológico es el uso específico de patógenos fúngicos que se ha demostrado reducen el número de garrapatas tanto directamente (a través de la mortandad) como indirectamente (a través de reducciones en la forma física).

Extractos Vegetales

El uso de los pesticidas puede ocasionar efectos secundarios en los huéspedes, así como inmuno-toxicidad y neuropatía a dosis bajas (Chahan *et*

al., 2005). Se recomienda usar productos que beneficien tanto al huésped como al medio ambiente y que no contrarresten la productividad.

Los agentes fitoterapéuticos (productos de origen vegetal) pueden ser una opción para los compuestos químicos, ya que no sólo matan la garrapata, sino que también afectan el comportamiento reproductivo de la misma.

Azadirachta indica A. Juss., familia de las Meliaceas (nim o neem) se encuentra entre una de las especies botánicas más estudiada en la actualidad, los resultados que se obtienen al emplearla como repelente o plaguicida muestran un bajo efecto residual.

El extracto de semilla de neem evaluada al cinco por ciento, obtenida como partícula verde (pv) reduce de manera significativa ($P \leq 0.01$) el número de garrapatas (*Amblyomma hebraeum*, *Rhipicephalus evertsi*, *Hyalomma truncatum* y *Boophilus decoloratus*) con un promedio de 19.75 y 37.5 garrapatas muertas, tratadas con neem y control (agua). Entre los estudios del control de garrapatas con extracto de neem a base agua la mayoría muestra una concentración igual o superior a 15 por ciento, es necesario que al comparar el extracto con algún producto químico se debe de medir bien la concentración y la dosis que se aplicará, cabe mencionar que también se debe tomar en cuenta, además del número de animales tratados y el porcentaje de curados, el número de garrapatas presentes al momento de la aplicación ya que al realizar el cálculo puede presentar eficacia igual a cero si no se contemplan todos los parámetros requeridos (Arias *et al.*, 2009).

La aplicación única en aerosol de un preparado acuoso al 15 por ciento de hojas, a becerros entre cinco y seis meses de edad, mostró 68 por ciento de eficacia, lo cual resulta aceptable ya que aquí se tomaron en cuenta los valores como el número de garrapatas presentes en región lumbar y la medida del tiempo entre cada aplicación, el porcentaje resulta de un análisis global de los tratamientos, los cuales tuvieron un procedimiento diferente, el material vegetal fue secado al sol, se maceró hasta la obtención del polvo, el primero se

almacenó durante 48 hr antes de su aplicación, el segundo se agitó durante dos hr en agua destilada, dejándose a 40 °C durante una noche, para finalmente utilizar el sobrenadante. De acuerdo a este procedimiento el porcentaje puede verse afectado por uno u otro procedimiento, pero la eficacia es positiva (Ramzan *et al.*, 2008).

Un estudio realizado con semilla de neem, extracto de hojas de neem, aceite de semilla de karanj, extracto de hojas de karanj mezcla de neem y aceite de semilla de karanj para encontrar el efecto *in vitro* sobre el porcentaje de mortandad y la producción de huevos de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, se utilizó el aparato soxhlet para la extracción metanólica del polvo de hoja de neem y karanj, se colectaron garrapatas hembras (210) divididas en siete grupos se mantuvieron en cajas Petri, se realizaron las inmersiones respectivas con cada uno de los tratamientos. Entre todos los tratamientos el aceite de semilla de karanj obtuvo la eficacia más alta con un 70 por ciento, lo que muestra la clara eficacia de los extractos de plantas para el control de garrapatas (Schmutterer, 1995).

Como se hizo mención anteriormente, la planta de neem, además de ser la especie botánica probablemente más estudiada, de ella se desarrollan productos terminales para venta los cuales pueden atribuirle las principales características encontradas en cada estudio como; que es cien por ciento orgánico y biodegradable en conjunto con sus diferentes ingredientes activos y su sistema de acción.

Para el caso de *Larrea tridentata*, en un estudio del efecto antimicrobiano de 20 plantas comúnmente usadas en medicina tradicional se encontró que de los 20 extractos analizados sólo tres mostraron un efecto inhibitorio de los microorganismos estudiados y entre las plantas se encuentra las hojas de *L. tridentata* diluidas con etanol al 80 por ciento y trituradas, según se reporta.

Las propiedades de esta planta muestran eficacia en el control de garrapatas y con estos estudios se puede lograr consolidar un producto orgánico, el cual

además de sustituir a un producto químico, puede dar grandes beneficios a quien tenga acceso a él (Verástegui, 1995).

Un trabajo similar elaborado en el año 2010 en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Ariday Salinas Zárate evalúa concentraciones de extracto de *Larrea tridentata* como garrapaticida, comparadas con un garrapaticida químico comercial (Amitraz). En el estudio se delimitaron tres áreas por cada animal con un número igual o mayor a 15 garrapatas para cada tratamiento, la obtención de las diferentes concentraciones se realizó mediante la evaporación del alcohol al medio ambiente sin recibir radiación solar y se empleó un detergente líquido como surfactante para que el producto se dispersara por toda la superficie del ácaro, el tiempo evaluado en este trabajo fue la forma de poder apreciar qué tan efectivas fueron las concentraciones diferentes ya que es un rango de tiempo, desde la aplicación del acaricida hasta la muerte de la garrapata donde un producto químico comercial hace efecto y de igual manera se buscó la concentración y el tiempo más efectivos.

En la comparación de las concentraciones evaluadas se obtuvo que la que presentó una mayor efectividad fue la del 10 por ciento obteniendo, a los cuatro días, el cien por ciento de mortandad y durante el experimento la misma concentración expresó más rápidamente su efecto en la mortandad de garrapatas en cada una de las lecturas, aún así, las demás concentraciones también alcanzan efectividad del 100 por ciento al llegar a los cuatro días.

En este trabajo de investigación se encontró que desde el punto de vista estadístico el extracto de gobernadora tiene el mismo efecto que el producto químico (Salinas, 2010).

En el año 2006 se desarrolló, en la misma Universidad, el tema de investigación evaluación de extracto de *Larrea tridentata* como garrapaticida contra un químico comercial (amitraz), dando lugar y valor a los productos orgánicos

relacionados con el uso de extractos de plantas, dicho estudio nace para dar una pronta solución u alternativa al campo pecuario, especialmente al ganado bovino donde en algunas regiones de la República Mexicana se encuentran infestaciones importantes de garrapatas.

El material vegetal empleado (*Larrea tridentata*) fue recolectado en los desiertos del norte de la República (Saltillo, Coah.), donde su distribución y propagación es constante. El procedimiento empleado para extraer las propiedades ixodistáticas de la planta fue añadir alcohol etílico, logrando obtener la tintura madre.

El estudio fue realizado en laboratorio recolectando las garrapatas en campo y depositadas en cajas Petri para su posterior estudio y experimentación, el extracto hidroalcohólico de *Larrea tridentata* se aplicó en concentraciones y diluciones, la respuesta a su estudio es que presentó efecto similar que el tratamiento testigo empleado.

Estadísticamente la eficacia del extracto se enumeró de la forma siguiente: dilución tres con 100 por ciento de mortandad de la población estudiada en un lapso de siete días. En seguida se encontró a los tratamientos dos y cinco de la concentración al 50 por ciento, con 95 y 90 por ciento de efectividad, respectivamente. Al analizar estos tratamientos, pueden compararse y rebasar al producto químico empleado como testigo, quedando así con el menor porcentaje la dilución número uno y la dilución número uno de la concentración al 50 por ciento (Rodríguez, 2006).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del Área de Estudio

La presente investigación fue llevada a cabo en la comunidad de Pablo L. Sidar situada en el municipio de Chicomuselo, Estado de Chiapas, con una altitud de 610 msnm, latitud N de 15°49'47" y longitud O de 92°16'31", en el Rancho denominado La Vainilla (Fig. 6).

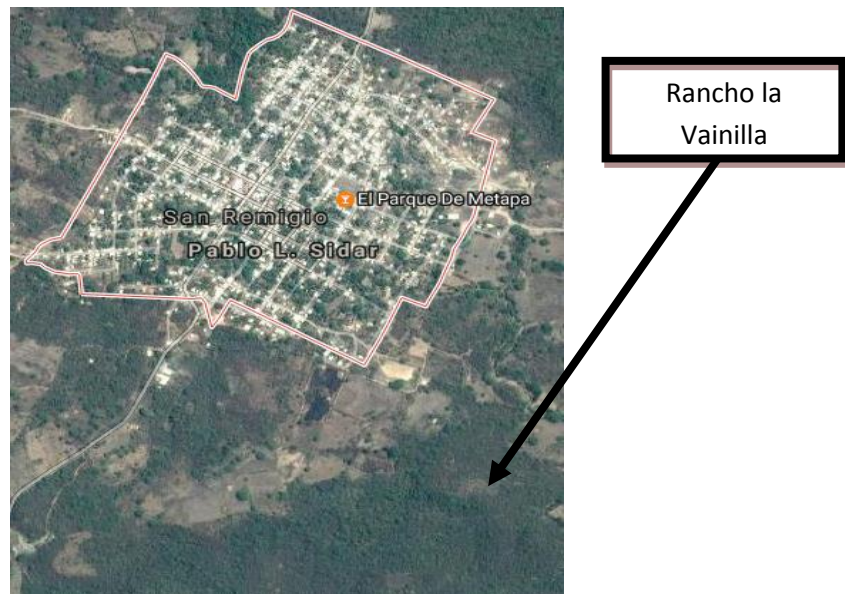


Figura 6. Localización geográfica del área de estudio en el rancho La Vainilla, comunidad de Pablo L. Sidar, Mpio. de Chicomuselo, Chiapas (Google maps, 2017)

Material Vegetal

Se colectaron ramas con hojas de la planta *Larrea tridentata*, a comienzos del mes de febrero del año 2016 en el Ejido La Angostura colindante con la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Mpio. de Saltillo, Coahuila. Posterior a la recolección estas mismas se llevaron al laboratorio de Ecología del Departamento de Recursos Naturales Renovables de la UAAAN.

Obtención del Extracto

El trabajo realizado en el laboratorio fue secar el material de gobernadora por medio de la estufa, a temperatura de 60°C por aproximadamente 72 horas.

Terminado el tiempo requerido se procedió a retirar las hojas de las ramas y, de las hojas retirar todo tipo de impureza (tallos leñosos) que pudiesen estar presentes; estas mismas se trituraron para tener mayor superficie de contacto con el solvente (alcohol etílico al 96°). El material vegetal se pesó (250 g) y colocó dentro de un envase ámbar y se añadieron tres partes de alcohol etílico al 96°, esto con el propósito de lograr extraer las sustancias resinosas de la planta. Dicha mezcla se dejó en el recipiente por 25 días; se agitó frecuentemente para homogenizar el extracto etéreo.

Al concluir con el tiempo requerido, se extrajo el material líquido por medio de un colador, obteniendo así la Tintura Madre (Extracto etanolito). Del sustrato obtenido se separó una pequeña proporción en un vaso de precipitado para poder realizar las diluciones, también llamadas potencias. Con el uso de cinco matraces de 100 ml, se aforó con agua destilada cada uno. Posteriormente con una pipeta se tomó del vaso de precipitado un mililitro de la tintura madre y se agregó al primer matraz (1/100), se agitó para que se mezclara el extracto etanolito con el agua destilada; enseguida, de este primer matraz con la solución diluida se tomó otro mililitro del mismo y se pasó al siguiente matraz (1/1000) y así sucesivamente se realizó la operación por duplicado hasta finalizar con las cinco diluciones (Fig.7).

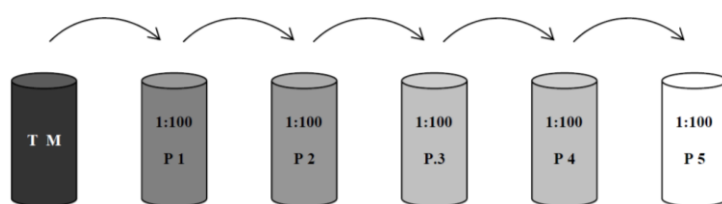


Figura 7. Procedimiento de elaboración de diluciones

Las diluciones obtenidas se vaciaron en frascos ámbar identificando cada uno con una leyenda respectiva, dichos frascos con capacidad de 250 ml. Esta misma operación se realizó dos veces para así obtener una cantidad de 200 ml en cada uno de los frascos. Al concluir con este procedimiento se agregó a estas diluciones 0.58 ml de detergente líquido (Ace®). Esta cantidad fue

obtenida de la regla que indica que en 17 litros debe llevar 50 ml de detergente, el cual sirve como surfactante permitiendo así que el producto se disperse por toda la superficie del ácaro evitando la formación de pequeñas gotas. Después se aplicó el producto directo a las áreas predeterminadas de los animales infestados con garrapatas por medio de tres aspersiones.

Producto Químico

El testigo empleado fue un garrapaticida químico denominado GARRA BAN MO 29[®] con los ingredientes activos Clorpirifos y Permetrina, su aplicación fue de acuerdo a las indicaciones del fabricante, un ml de GARRA BAN MO 29[®] por cada litro de agua.

Unidad de Muestra

La unidad de muestra consistió de una superficie en el bovino que albergara 50 garrapatas del genero *Boophyllus annulatus* y *Rhipicephalus sanguineus* para que el análisis estadístico fuera viable y, delimitar dicha área mediante un círculo con pintura de aceite sobre la piel de los animales, siendo un total de 30 áreas, estimadas en este número por las seis diluciones con cinco repeticiones cada una. Dichas áreas fueron encontradas en cuatro bovinos: un becerro con cinco áreas (Figura 8), una becerria con tres áreas (Figura 9), un semental con 17 áreas (Figura 10) y una vaca adulta con cinco áreas (Figura 11). Por cada tratamiento se tuvieron cinco unidades de muestra diferentes del animal, o más. Las garrapatas encontradas en los bovinos con mayor proporción fueron *Boophilus annulatus* y también *Rhipicephalus sanguineus*, pero en menor proporción.



Figura 8. Área delimitada en becerro



Figura 9. Área delimitada en becerria



Figura 10. Área delimitada en semental



Figura 11. Área delimitada en vaca adulta

Aplicación de los Productos

Se utilizaron cinco diferentes atomizadores para la aplicación de cada una de las diluciones y otro adicional para el testigo. Se realizaron tres aspersiones con cada una de las aplicaciones buscando mojar toda el área comprendida por las garrapatas. La aplicación se comenzó a realizar el día 25 de marzo de 2016.

Lecturas

Después de cada aplicación se fue midiendo la mortandad de garrapatas haciendo lecturas a intervalos de tiempo (Tabla. 5).

Tabla 5. Intervalos de tiempo entre lecturas después de cada aplicación

Lecturas							
1	2	3	4	5	6	7	8
0 min	20 min	40 min	2 hr	4 hr	24hr	4 días	5 días
Antes de la aplicación	Después de cada aplicación	Después de cada aplicación	Después de cada aplicación	Después de cada aplicación	Después de cada aplicación	Después de cada aplicación	Después de cada aplicación

Registro de Datos

Las lecturas de mortandad se realizaron en base a la observación directa de las áreas de cada uno de los bovinos, cerciorándose de que las garrapatas se encontraran muertas realmente. Se tomó evidencia de las garrapatas, entre cada lectura, con una cámara fotográfica y la cantidad de garrapatas que iban muriendo se registró para cada tratamiento.

Nomenclatura de Tratamientos

Nomenclatura de los tiempos entre cada lectura:

- C2= 20 minutos
- C3= 40 minutos
- C4= 2 horas
- C5= 4 horas
- C6= 24 horas
- C7= 4 días
- C8= 5 días

Nomenclatura de la aplicación de las diluciones:

- T1= Dilución uno
- T2= Dilución dos
- T3= Dilución tres
- T4= Dilución cuatro
- T5= Dilución cinco
- T6= Testigo

Parámetros Evaluados

Tiempo

El tiempo es un factor clave en la aplicación de las diferentes diluciones, con el cual se puede corroborar el nivel de efectividad del extracto. Fue medido de acuerdo a que los tiempos de eficacia de un producto químico comercial, en sus resultados de campo, se encuentra su efectividad de dos a cuatro horas después de su aplicación, con lo que para estimar la capacidad de acción de *Larrea tridentata* se dejó un rango desde los 20 minutos hasta los cinco días.

Dilución

Se prepararon cinco diluciones diferentes, más un testigo, las que se pueden referir como diluciones Homeopáticas centesimales desarrolladas por el investigador Samuel Hahnemann. Para que su efecto pudiese ser visible se delimitaron áreas del bovino con 50 garrapatas cada una, para cada dilución.

Tiempo y Dilución

De acuerdo a los datos obtenidos y comparados, se busca el tiempo y dilución exacta donde se presenta mayor efectividad.

Diseño y Análisis Estadístico

Estadística Descriptiva

Para el análisis de datos se empleó el paquete estadístico NCSS 2007. Los datos se organizan como se muestran en la Tabla 6 para continuar con la interpretación, siendo así el cálculo de los parámetros estadísticos que resumirán todos los datos recogidos en campo y obtener una conclusión o un resultado específico.

Para el primer análisis global se tomaron todos los datos obtenidos; los parámetros estadísticos para encontrar las medidas de tendencia central fueron; media, mediana y moda; de las medidas de dispersión se evaluó: desviación estándar, coeficiente de variación y los rangos que sirven para tener una idea de la dispersión de los datos, cuán mayor son los rangos más dispersos están los datos. La prueba D'Agostino Omnibus K describe qué tan bien se ajusta nuestro modelo estadístico a un conjunto de observaciones.

Con el análisis global podemos realizar un análisis más específico como es la interpretación de los datos de cada una de las diluciones con su tiempo respectivo de acción.

Estadística Comparativa

Se realizaron tablas t-Student para una comparación de medias entre los tratamientos, nos mostrará si hay una diferencia estadísticamente significativa en los valores promedio de las diluciones (\neq).

Para obtener los porcentajes de mortandad de garrapatas se utilizó la estadística no paramétrica.

Estadística Correlacional

Para el análisis de correlación se realizó una representación gráfica del orden en el que se han ido realizando las agrupaciones y de las distancias entre los pares de individuos que se han ido uniendo, así podemos visualizar qué individuos se parecen más o si aparece de forma natural alguna clasificación de los individuos, desarrollando así un arracimamiento (cluster).

Estadística Integral

Se realizó una tabla de factores. La función principal es integrar las variables en estudio para poder dar una conclusión de la variable más importante y representativa acorde a las significancias, y la relación que existe con las demás variables para inferir en el comportamiento de la población en general.

IV. RESULTADOS

Estadística Descriptiva

Con la base de datos que se muestra en la Tabla 6, se puede realizar un análisis de la importancia del producto orgánico *Larrea tridentata* y su efectividad en el control de garrapata, contra un producto comercial.

Tabla 6. Datos de mortandad obtenidos en campo al aplicar diluciones y testigo

Bovino	Área	Trat/ Dil	20 min	40 min	2 hr	4 hr	24 hr	4 días	5 días	\bar{X}	%
Becerro	1	1	0	0	1	2	0	38	48	47.4	94.8
	2	1	0	0	0	2	7	36	47		
	3	1	0	0	2	3	7	34	50		
	4	1	0	0	0	0	6	32	47		
	5	1	0	0	0	0	2	27	45		
Becerra	1	2	0	0	1	2	8	28	38	40.6	81.2
	2	2	0	0	0	1	4	20	40		
	3	2	0	0	0	0	0	26	42		
Semental	1	2	0	0	0	0	0	28	39	39.2	78.4
	2	2	0	0	0	0	0	17	44		
	3	3	0	0	2	2	2	18	32		
	4	3	0	0	0	0	0	29	42		
	5	3	0	0	3	4	4	35	45		
	6	3	0	0	0	3	8	34	42		
	7	3	0	0	0	0	0	8	35		
	8	4	0	0	0	0	2	26	40	40.2	80.4
	9	4	0	0	0	0	0	34	43		
	10	4	0	0	0	0	10	28	41		
	11	4	0	0	0	0	12	14	42		
	12	4	0	0	0	0	0	26	35		
	13	5	0	0	0	0	0	8	40	39.6	79.2
	14	5	0	0	0	0	0	12	43		
	15	5	0	0	0	0	0	16	41		
	16	5	0	0	0	0	0	17	33		
	17	5	0	0	0	0	0	30	41		
Vaca	1	6	0	0	0	0	0	44	49	49.2	98.4
	2	6	0	0	0	0	2	48	50		
	3	6	0	0	0	0	7	46	47		
	4	6	0	0	0	0	0	50	50		
	5	6	0	0	0	0	2	48	50		

Comparación Entre Cada Una de las Diluciones Sobre el Tiempo de Acción

Dilución Número Uno

De cinco áreas seleccionadas con 50 garrapatas presentes en cada una, se puede apreciar que el efecto significativo de la dilución número uno (Fig. 12), se registra a los cuatro días, tomando mayor fuerza para el día cinco, la efectividad entre cada una de las aplicaciones a los cuatro y a los cinco días varía en promedio de 33.4 a 47.4 garrapatas muertas. El por ciento de efectividad en la dilución uno es de 94.8 por ciento ocupando el segundo lugar después del testigo (98.4%) y, el efecto mayor en comparación con las demás diluciones.

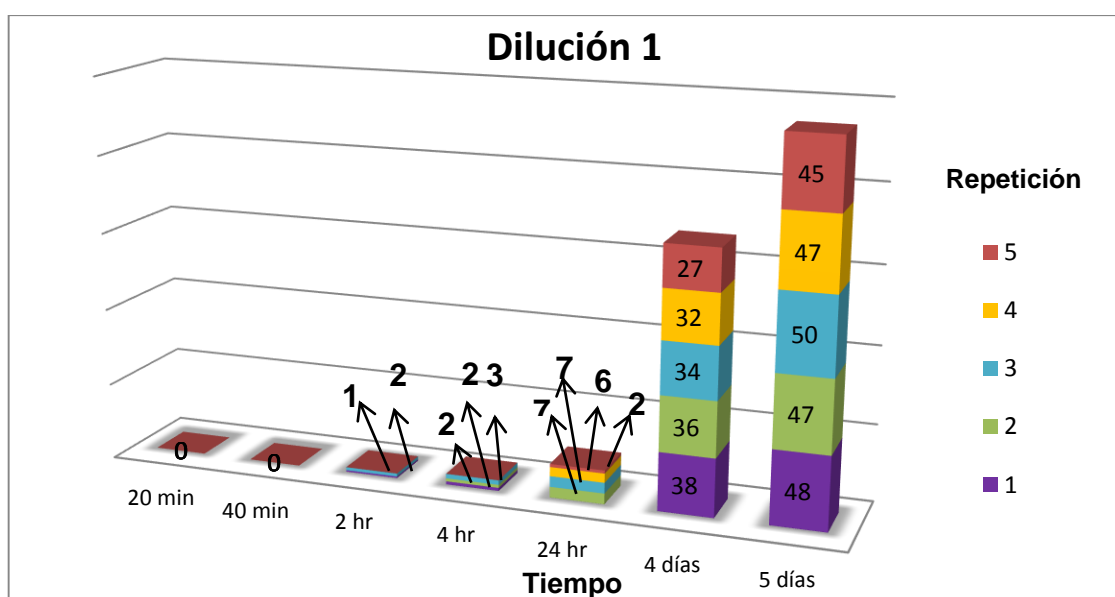


Figura 12. Número de garrapatas muertas por aplicación para la primera dilución

Dilución Número Dos

La gráfica de la dilución número dos (Fig. 13) muestra, a los cuatro días, que el efecto es menor en comparación con la dilución número uno, por consecuencia en la última lectura el número de garrapatas muertas es menor, ya que la mayor fuerza de acción se encuentra en un rango de veinticuatro horas a los cinco días, el por ciento de efectividad para esta dilución es igual a 81.2 por ciento quedando en tercer lugar.

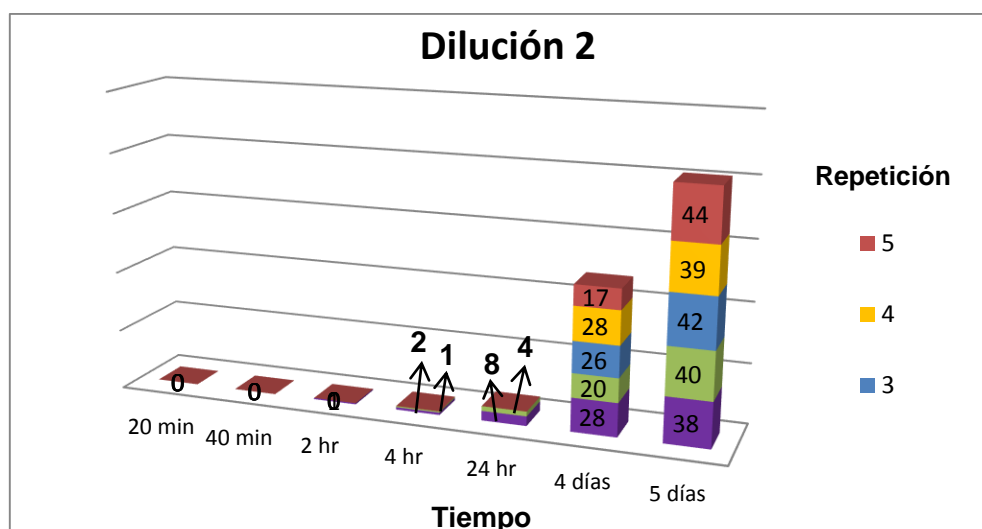


Figura 13. Número de garrapatas muertas por aplicación para la segunda dilución

Dilución Número Tres

El efecto en la dilución número tres (Fig. 14), es aún más errático en comparación con las dos diluciones anteriores, ya que su efecto representa poca eficacia en el tiempo en el que las otras diluciones muestran algún resultado, no obstante, el nivel de efectividad es igual a 78.4 por ciento, quedando así en el sexto lugar con respecto a las demás diluciones y el tratamiento testigo.

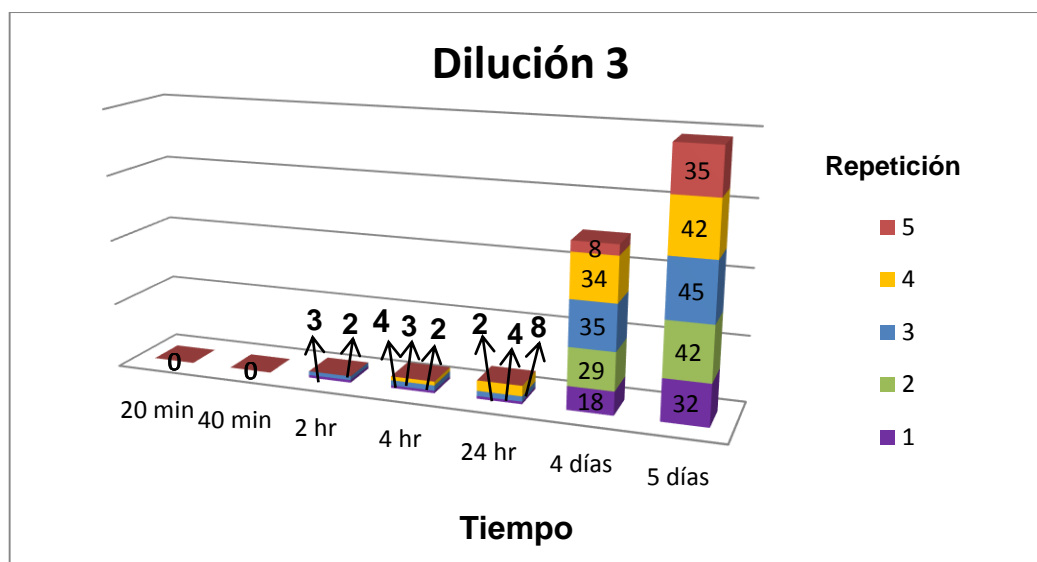


Figura 14. Número de garrapatas muertas por aplicación para la tercera dilución

Dilución Número Cuatro

La dilución número cuatro se encuentra en el intermedio de la dilución dos y cinco con una efectividad del 80.4 por ciento colocándose en cuarto lugar (Fig. 15)

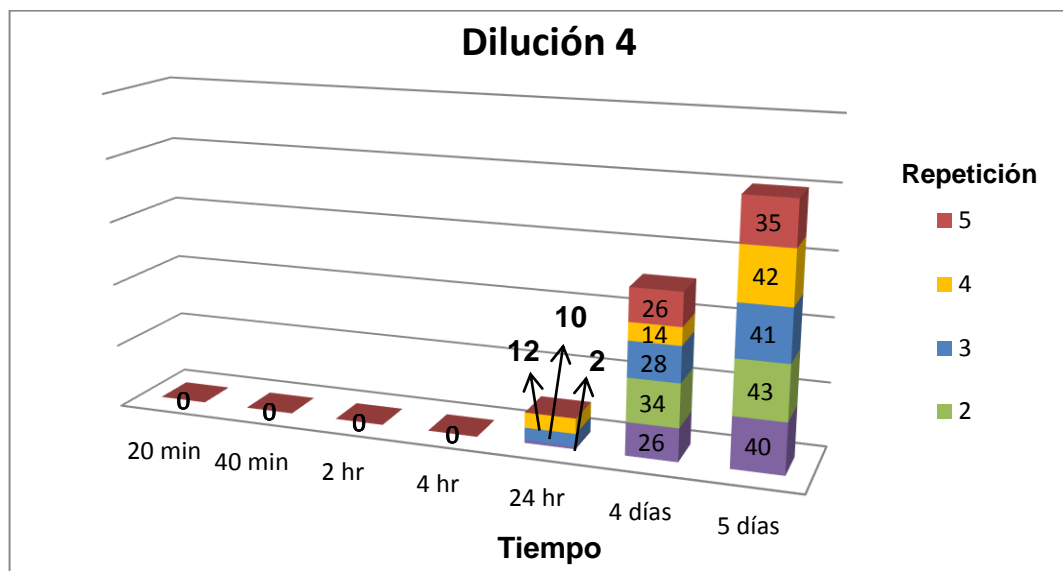


Figura 15. Número de garrapatas muertas por aplicación para la cuarta dilución

Dilución Número Cinco

En la dilución número cinco (Fig. 16) se aprecia que a las 24 hr no hay muestra de algún efecto sino hasta los cuatro días, lo que para las demás diluciones ya se encuentra efecto en ese tiempo, el por ciento de efectividad es igual a 79.2 por ciento, ocupando el quinto lugar de las diluciones.

Testigo

De acuerdo a los resultados del testigo, su efectividad es notoria con un porcentaje alto a los cuatro días en comparación con las diluciones de extracto de *Larrea tridentata*, con un por ciento de efectividad igual a 98.4 por ciento, al día cinco, quedando en el primer lugar (Fig. 17).

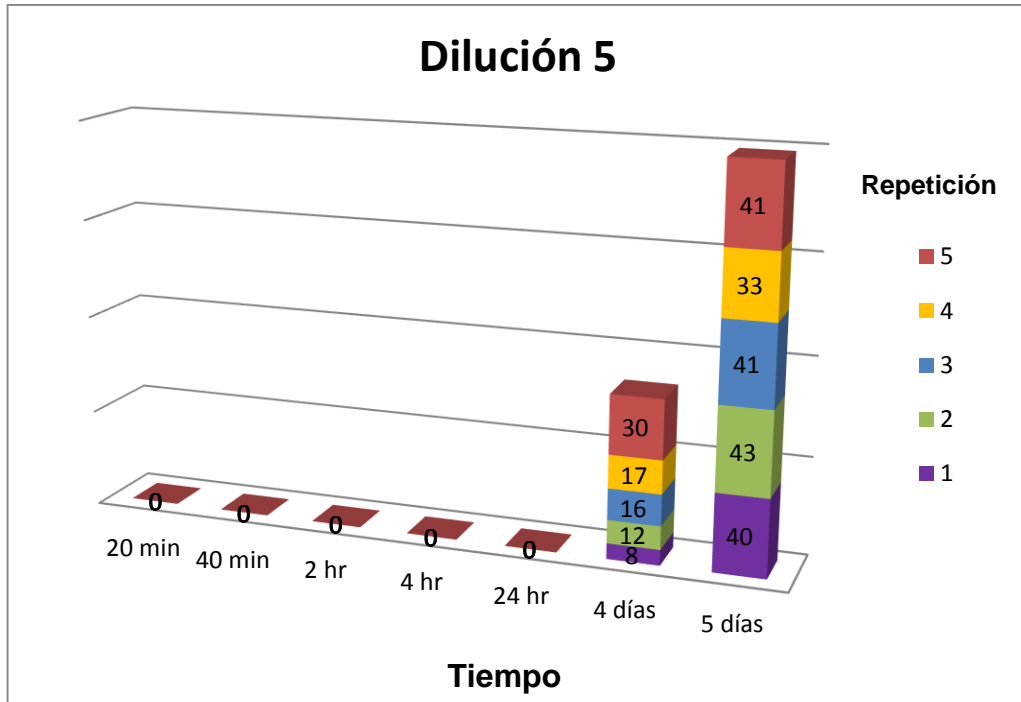


Figura 16. Número de garrapatas muertas por aplicación para la quinta dilución

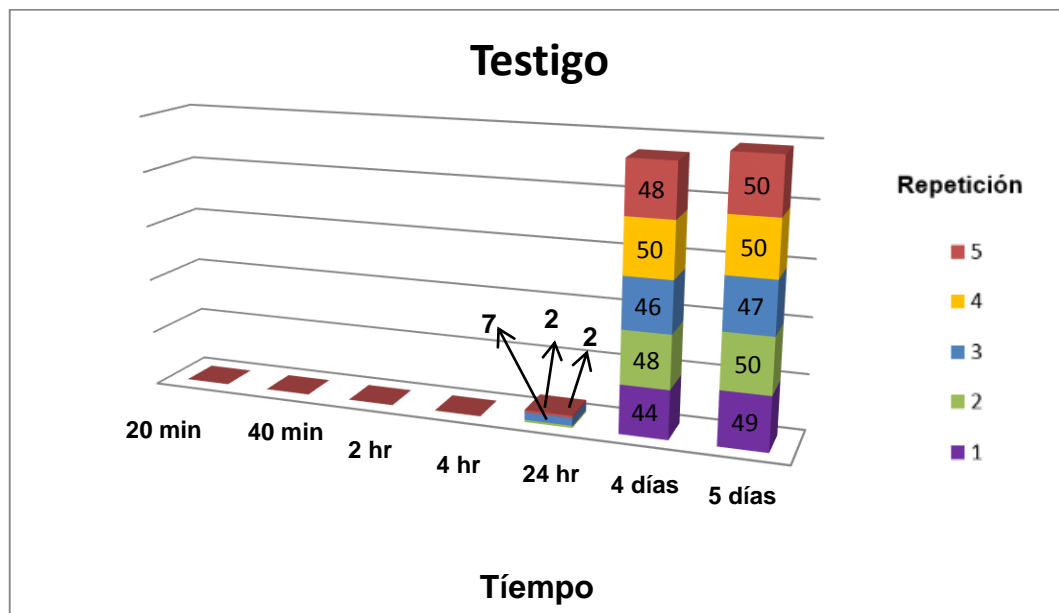


Figura 17. Número de garrapatas muertas por aplicación para el testigo

Tiempo Contra Dilución

Dos Horas

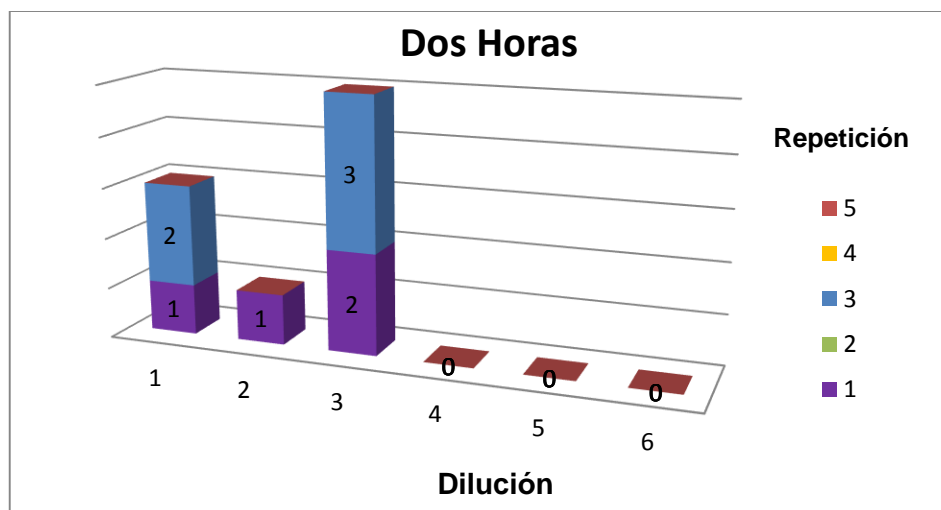


Figura 18. Efecto de las diluciones a las dos horas

Las diluciones con los primeros resultados a las dos horas son la 1, la 2 y la 3, siendo la dilución tres la más alta en este tiempo, el resto de las diluciones no presentan respuesta.

Cuatro Horas

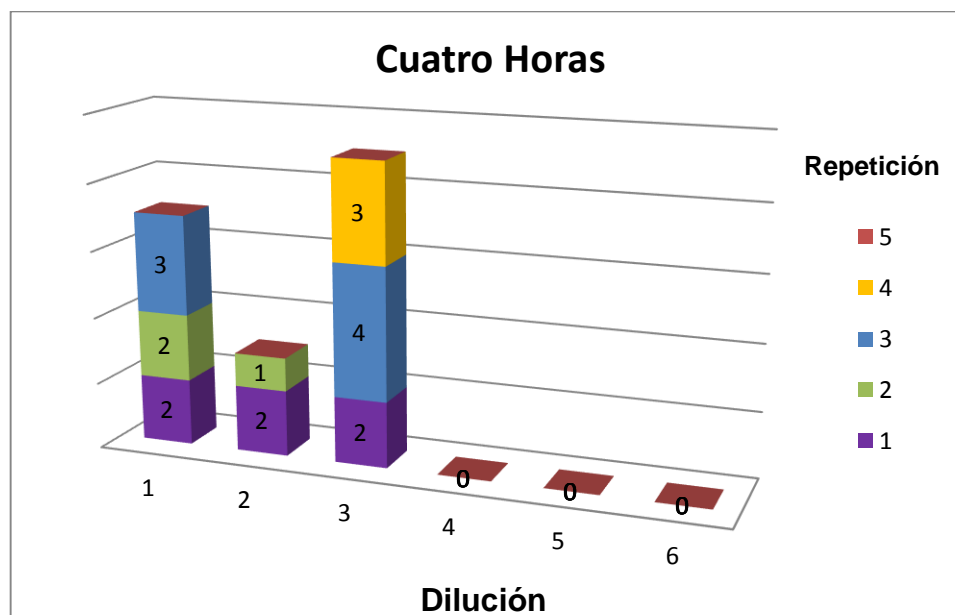


Figura 19. Efecto de las diluciones a las cuatro horas

El efecto a las cuatro horas es superior que el registrado a las dos horas, con las mismas diluciones, elevando el número de garrapatas muertas. En este caso, el resultado mejor fue para la dilución tres, seguida de la uno.

Veinticuatro Horas

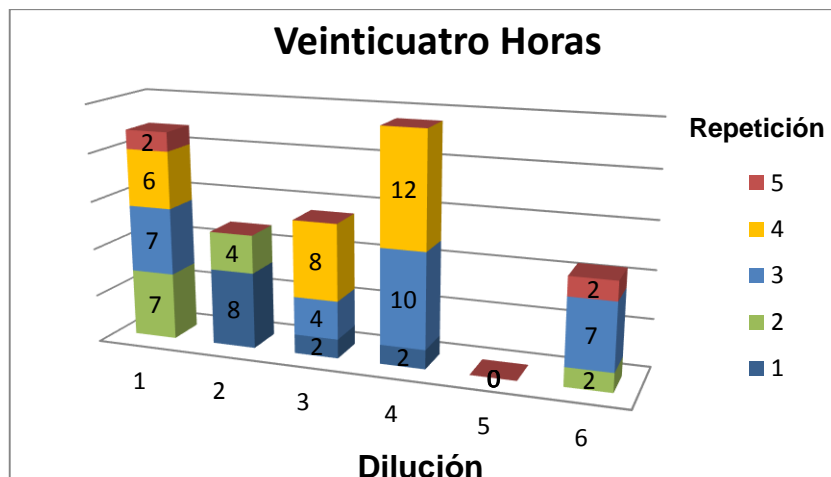


Figura 20. Efecto de las diluciones a las veinticuatro horas

La toma de datos a las veinticuatro horas muestra a la dilución número cuatro como la que despunta frente a las demás, lo que representa que en este tiempo las propiedades de *Larrea tridentata* son más visibles y de mayor eficacia. El segundo lugar lo ocupa la dilución uno.

Cuatro Días

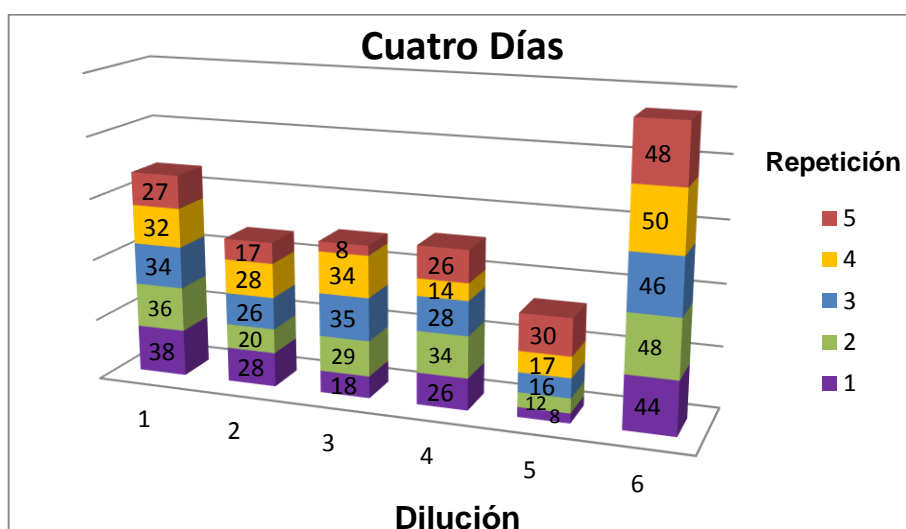


Figura 21. Efecto de las diluciones a los cuatro días

A los cuatro días se puede observar el comportamiento más específico de cada una de las diluciones expresando casi el máximo potencial del extracto, donde la dilución número uno se coloca en el primer puesto de las diluciones, con un índice mayor de muertes de garrapatas, aunque el tratamiento testigo es el que presenta mayor eficacia a este tiempo.

Cinco Días

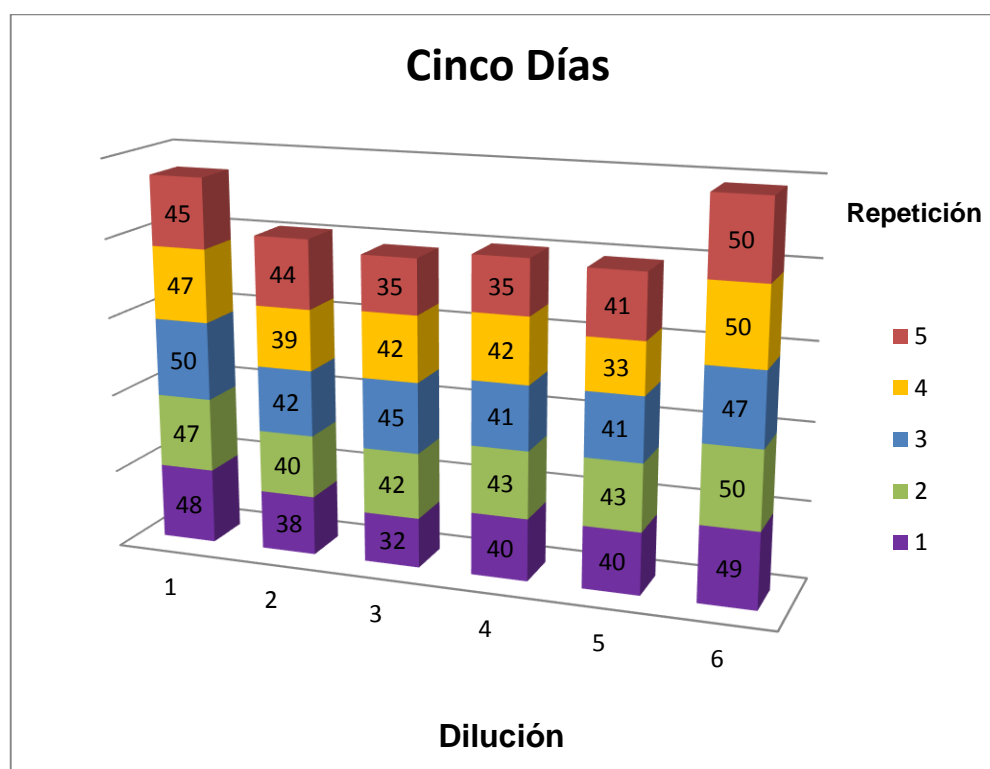


Figura 22. Efecto de las diluciones a los cinco días

En la toma de datos a los cinco días, cada una de las diluciones expresó su mayor efecto en el control de garrapatas, resaltando sobre todas, la dilución número uno con las cinco repeticiones más altas en mortandad que las demás; el testigo muestra su efecto antigarrapaticida matando casi el total de las garrapatas en estudio.

Pruebas de Normalidad

Para definir las pruebas de normalidad de las diluciones se empleó el análisis de Shapiro-Wilk donde menciona que:

Para hacer uso de la prueba de Shapiro-Wilk la muestra debe ser menor a 50 datos en observación, si la muestra es \neq a 50 datos se emplea Kolmogorov-Smirnov.

Tenemos que; P valor = >0.05 se acepta la hipótesis nula o la hipótesis teórica (nuestra distribución es normal).

Se establece el nivel de significancia (alfa) $\alpha = 0.05 = 5\%$

Valor de P= 0.184 = 18.4 %

Lectura de P=valor: con una probabilidad de error del 18.4 % se acepta que la distribución es normal.

Toma de decisiones

La distribución de la variable aleatoria es distinta a la distribución normal

Tabla 7. Pruebas de normalidad

	Pruebas de normalidad ^{b,c}					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	G.L	Sig.	Estadístico	G.L	Sig.
Dos hr	.489	30	.000	.466	30	.000
Cuatro hr	.441	30	.000	.608	30	.000
Veinticuatro hr	.278	30	.000	.775	30	.000
Cuatro días	.114	30	.200*	.964	30	.389
Cinco días	.102	30	.200*	.951	30	.184

A Corrección de la significación de Lilliefors

* Este es un límite inferior de la significación verdadera

b Veinte es una constante y se ha desestimado

c Cuarenta es una constante y se ha desestimado

Estadística Comparativa

Se Realiza la Interpretación en Función de la Eficacia

En un análisis global (Tabla 8) de los datos obtenidos en campo se muestra que existe una diferencia significativa entre cada aplicación ya que el mayor número de muertes de garrapatas se aprecia hasta los cinco días en conjunto con el testigo. La mortandad de los ácaros a los cinco días es en promedio de 42.7 individuos.

Las primeras cuatro observaciones son estadísticamente iguales y prácticamente cero, lo que indica que las diluciones no tienen efecto inmediato en los ácaros.

El primer cambio aparece a las 24 horas, pero este no puede considerarse significativo porque es tan solo de 2.76 individuos; Los cambios significativos aparecen a los cuatro y cinco días, con valores de 28.56 y 42.7 garrapatas muertas, una media aceptable; que conduce a la suposición de que el efecto insecticida del sustrato aparece en este tiempo, también se obtiene que, de la muestra de 50 individuos al inicio del experimento, la mortandad de garrapatas es igual a 42 a los cinco días.

Tabla 8. Comparación de medias y prueba D'Agostino Ómnibus K

Dilución	N	\bar{X}	Desv. Est.	Min.	Máx.	Rango	Mediana	Moda	C.V. %	C. de Disp. %	D'Agostino Ómnibus K
20 min	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
40 min	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2 hr	30	0.3	0.74	0	3	3	0	0	2.49	0	A
4 hr	30	0.63	0.63	0	4	4	0	0	1.83	0	A
24 hr	30	2.76	3.6	0	12	12	1	0	1.3	2.76	A
4 días	30	28.56	11.76	8	50	42	28	0	0.41	32	R
5 días	30	42.7	5.06	32	50	18	42	0	0.11	9.44	R

La prueba D'Agostino Ómnibus K, demuestra que la normalidad se acepta en los tiempos tres, cuatro y cinco mientras que para los tiempos uno y dos no se emplea la prueba ya que los datos son muy dispersos, pero para las regiones mencionadas aceptables indica que los datos son normales.

De acuerdo a lo observado en la Tabla 6, que refiere a las diferentes diluciones aplicadas en intervalos de tiempos, se analizaron dos factores, la concentración del sustrato y el tiempo de observación en cinco repeticiones, la concentración del sustrato se aplicó en cinco niveles más el testigo, el tiempo se midió en siete intervalos (Tabla 9).

Tabla 9. Comparación de medias para cada dilución y su nivel de aceptación determinado por tiempos

C1	N	\bar{x}	Desv. Est.	Mín.	Máx.	Rango	Mediana	Mod.	C. de Var. %	Coef. Disp. %	D'Agostino Ómnibus K
C1-C2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
C1-C3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
C1-C4	5	0.6	0.89	0	2	2	0	0	1.49	0	
C1-C5	5	1.4	1.34	0	3	3	2	0	0.95	0.5	
C1-C6	5	4.4	3.2	0	7	7	6	7	0.72	0.4	
C1-C7	5	33.4	4.21	27	39	38	34	0	0.12	0.08	
C1-C8	5	47.4	1.81	45	50	5	47	47	3.83	2.55	

La comparación de las diluciones con el tiempo (C1) muestra que a los cinco días (C8) la media es la más alta y el nivel de aceptación también, por lo que se concluye que el efecto mayor de las diluciones se encuentra a los cinco días (Tabla 9).

En la comparación del por ciento de efectividad en el control de garrapatas con las distintas diluciones (Tabla. 10), el valor más alto, sin lugar a duda, lo obtiene el tratamiento testigo con un 98.4 por ciento de efectividad a los cinco días, la dilución número uno representa un 94.8 por ciento de efectividad, el segundo lugar, siendo ésta la más alta entre las demás aplicaciones.

Tabla 10. Comparación del porcentaje de efectividad a los cinco días de cada una de las aplicaciones.

Dilución	Porcentaje
1	94.8
2	81.2
3	78.4
4	80.4
5	79.2
6	98.4

Estadística Correlacional

Correlación de Variables

La representación gráfica que a continuación se muestra (Fig. 23), denominado "Cluster" da a conocer el orden en el que se han ido realizando las agrupaciones y de las distancias entre los pares de individuos que se han ido uniendo, así podemos visualizar qué individuos se parecen más o si aparece de forma natural alguna clasificación de los individuos (aéreas).

Se agrupan las dos diluciones más parecidas en un grupo y se les sustituye por este grupo (área virtual). A partir de aquí, se van agrupando en un nuevo grupo los dos individuos más parecidos (originales o virtuales). El algoritmo termina cuando queda un grupo único.

Los grupos se presentan mediante líneas horizontales y las alturas representan distancias, de manera que la altura a la que se unen dos grupos es la distancia entre ellos.

De acuerdo a este procedimiento tenemos que; con un número igual a treinta datos obtenidos en campo divididos de cinco en cinco para formar el área donde se emplearían las diferentes diluciones, se encuentran los siguientes pares de grupos más parecidos entre sí y lo que se trata de demostrar es qué aplicaciones mostraron el mismo efecto sin importar el número de dilución empleada.

- 13-3, 19-18, 14-2, 24-20, 22-10, 16-9, 28-4.

Entre los datos más dispersos se encuentran;

- 1, 5, 8, 7, 15, 6, 11.

El arracimamiento de variables no muestra qué grupo tiene mayor efectividad, sólo da un orden con respecto al mismo efecto entre cada una, sea grande o bajo, función que puede servir para determinar la dilución óptima o menos efectiva.

En este caso la variable más destacada es la que se aplicó al becerro en el área tres con la dilución número uno.

La variable más dispersa y de menor efecto es el número 11 que se aplicó al semental con la dilución tres.

Tabla 11. Matriz de correlación entre las variables en estudio

Correlación	Veinte min	Cuarenta min	Dos hrs	Cuatro hr	Veinticuatro Hr	Cuatro días	Cinco días
Veinte min	1.000	.	.	.	.	.	.
Cuarenta min	.	1.000	.	.	.	.	.
Dos hr	.	.	1.000	.805	.167	.070	.006
Cuatro hr	.	.	.805	1.000	.383	.155	.086
Veinticuatro hr	.	.	.167	.383	1.000	.106	.139
Cuatro días	.	.	.070	.155	.106	1.000	.731
Cinco días	.	.	.006	.086	.139	.731	1.000

A partir de la matriz de correlación (Tabla 11) se concluye que:

La variable dos horas está correlacionada positivamente con la variable cuatro horas en un 80.5 por ciento esta relación indica que si crece la variable dos horas también crecerá la variable cuatro horas.

La variable cuatro días esta correlacionada positivamente con la variable cinco días en un 73.1 por ciento, esta relación de crecimiento entre la variable cuatro días y cinco días se debe al nivel de acción y la liberación de las propiedades ixodísticas de la planta *Larrea tridentata*, además hay evidencia estadística que a este tiempo se encuentran los mejores resultados de la efectividad de *Larrea tridentata*.

Estadística Integral

Análisis de Factores

Para el análisis de factores se tomaron las variables que van desde las dos horas a los cinco días, excluyendo los veinte minutos y cuarenta minutos por no haber ningún dato de mortandad. Utilizando el programa estadístico NCSS versión 2007, se observa, en la Tabla 12, que para el factor número uno la variable más importante es el tiempo a las cuatro horas, al encontrarse el factor más elevado (próximos a +1 o a -1), no por mucho le sigue el tiempo a las dos horas. Para el factor número dos se presenta el tiempo de cinco días como el más importante, el cual es el último día de recolección de datos y el de mayor mortandad de garrapatas.

En conclusión, el factor número uno muestra el inicio de las primeras muertes encontradas de garrapatas con su secuencia en incremento, el factor número dos, exhibe en qué variable (cinco días) se encuentra la mortandad más alta de garrapatas y la variable (cuatro días) con la que se empieza a contabilizar un número alto en muertes de garrapatas, antes de llegar al máximo.

Tabla 12. Análisis de factores

Variab les	Factor1	Factor2
Dos horas	-0.507005	-0.327432
Cuatro horas	-0.681834	-0.345997
Veinticuatro horas	-0.245500	-0.027024
Cuatro días	-0.345010	0.595586
Cinco días	-0.314239	0.646237

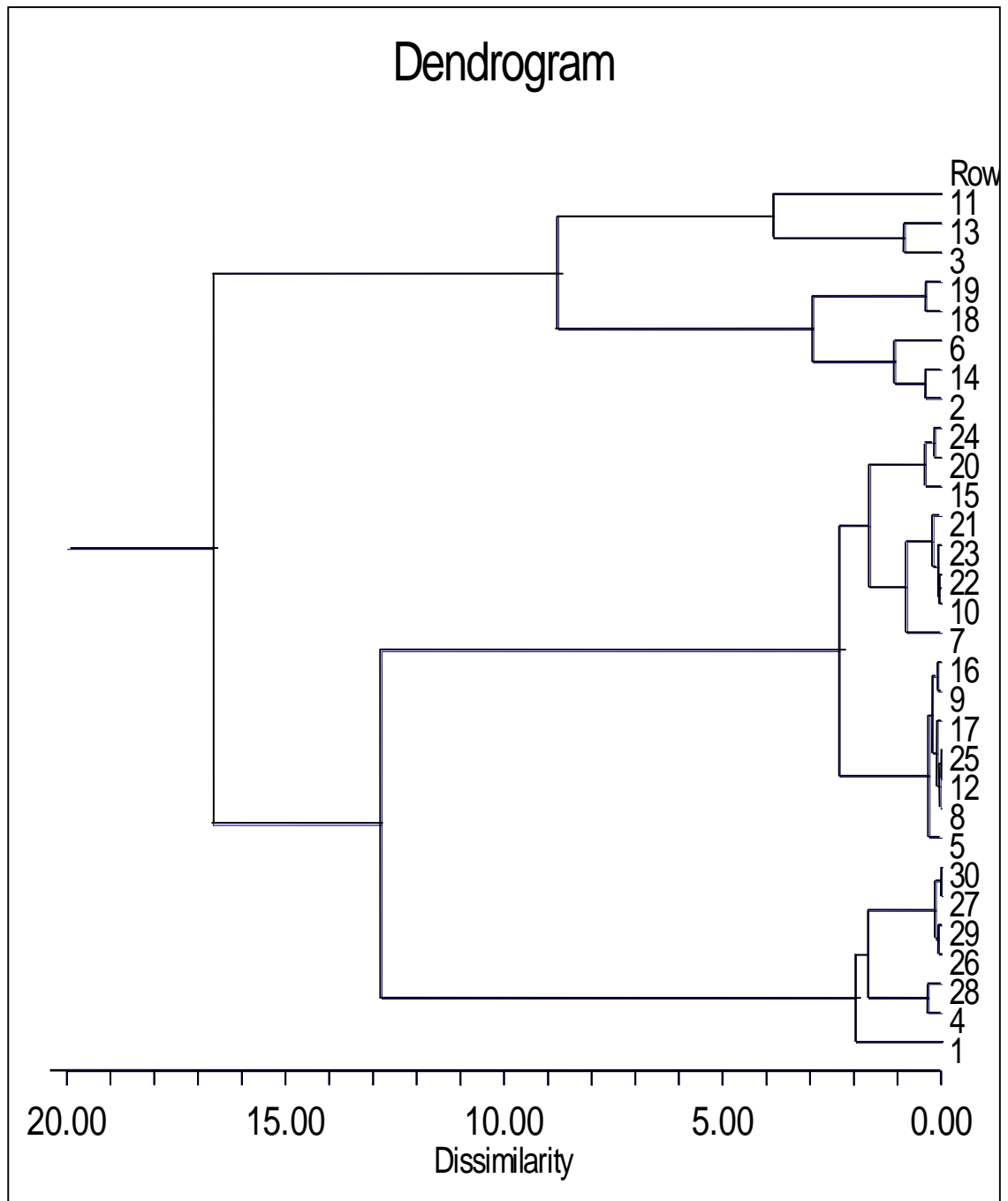


Figura 23. Arracimamiento de variables

DISCUSIÓN

Tiempo

De acuerdo a los tiempos diferentes estipulados en la investigación, Tabla A 1, se obtuvo de cada uno el nivel de efectividad entre cada dilución, siendo así que el más exitoso a los cinco días es la dilución número uno, con un 94.8 por ciento de efectividad, superior a las demás diluciones, dicho valor se encuentra por arriba del 90 por ciento reportado por León *et al.* (2009) en la utilización de la potencia tres Hahnemanniana (dilución tres), de extracto de *Larrea tridentata*, a las 48 horas de su aplicación, aunque el día tres después de la última aplicación obtienen un resultado en efectividad igual a 100 por ciento en la dilución número tres (potencia tres). Así mismo, León *et al.* (2014) alcanzan 100 por ciento de mortandad a los cuatro días para cada una de las concentraciones utilizadas de *Larrea tridentata*, aplicadas a garrapatas *Ambliomma cajennense* y *Boophilus microplus*. Al hacer la comparación con el testigo de nuestra investigación, éste alcanzó una efectividad del 98.4 por ciento, dejando por detrás a la dilución número uno. Mientras que Rodríguez (2006) con el testigo empleado sólo reporta un 85 por ciento de mortandad en la población de garrapatas, a los cinco días. En tercer lugar, de este trabajo quedó la dilución dos, con un 81.2 por ciento. De acuerdo a los porcentajes obtenidos, se considera eficaz un producto acaricida cuando este produce un 60 por ciento de muertes en las garrapatas (FAO, 1993). Los resultados pueden corroborar que el extracto de *Larrea tridentata* es eficaz en el control de garrapatas.

En referencia a cada uno de los tiempos medidos se desprende lo siguiente:

Dos horas

A las dos horas la dilución número tres muestra una ligera ventaja de cinco garrapatas muertas, lo que representa el dos por ciento de mortandad, con respecto a la dilución número uno, que sólo presenta tres muertes, 1.2 por ciento. Rodríguez (2006) encuentra en las diluciones número uno y cuatro y, en la concentración número uno, de su primera aplicación (de tres que realizó), un

cinco por ciento en muertes y, para la segunda aplicación, también a las dos horas, registra a la concentración cinco con el 90 por ciento. La influencia del tiempo establecido entre aplicaciones y las lecturas, repercute en obtener un porcentaje más alto de eficacia. Salinas (2010) en el empleo de concentraciones de *Larrea tridentata* obtiene, a las dos horas, para la concentración al diez por ciento, el 26.3 por ciento de control. De lo anterior se desprende que ambos autores superaron nuestros resultados.

Cuatro horas

El tiempo medido a las cuatro horas sigue el predominio de la dilución número tres aumentado a 3.6 por ciento de mortandad, enseguida la dilución número uno con 2.8 por ciento de control y; en menor cantidad, la dilución número dos, con 1.2 por ciento. Dichos valores se encuentran por debajo de lo reportado por Rodríguez (2006) quien, en su primera aplicación, medida a las cuatro horas, presenta a las diluciones uno y cuatro y a la concentración uno, con cinco por ciento de efectividad. En la segunda aplicación sobresalen la concentración número cinco y las diluciones tres y cinco con el 90 y el 85 por ciento, respectivamente. Para la tercera aplicación, con la misma lectura a las cuatro horas, las diluciones número tres, dos y cinco obtienen el 100, 85 y 85 por ciento de efectividad, respectivamente, mientras que las concentraciones dos, cinco, tres y cuatro, logran porcentajes de control de 95, 90, 85 y 80, respectivamente, en contraste con lo reportado por Salinas (2010) a las cuatro horas, la concentración del 10 por ciento registra 31.62 por ciento de efectividad.

Veinticuatro horas

Para las veinticuatro horas se aprecia una dispersión de datos en las diluciones ya que de las que despuntaban en un principio quedaron por debajo o siguieron sin mostrar efecto, como es el caso de la dilución número cinco sin ningún individuo exterminado hasta entonces. La dilución número cuatro despunta con el 9.6 por ciento de mortandad. Los resultados obtenidos por Rodríguez (2006)

indica que, para la primera aplicación, la dilución uno y la concentración tres obtienen el 15 por ciento de efectividad; en la segunda aplicación, la dilución tres y las concentraciones dos y cinco lograron el 90 por ciento, mientras que, en la tercera aplicación, la dilución tres y la concentración dos registran el 100 y el 95 por ciento, respectivamente. En los resultados obtenidos por Salinas (2010) continúa prevaleciendo la concentración al diez por ciento, con un porcentaje de 63.03 por ciento de efectividad.

Prosiguiendo con los resultados de este trabajo, se encuentra que la dilución número uno toma el segundo puesto con 8.8 por ciento, la dilución número tres reporta el 5.6 por ciento y por debajo de ésta, con 4.8 por ciento, se encuentra la dilución número dos.

Cuatro días

La toma de datos a los cuatro días muestra una alta mortandad de garrapatas para cada una de las diluciones, tomando el valor más alto la dilución número uno con el 66.8 por ciento, seguida de la dilución número cuatro que registró el 51.2 por ciento y del producto testigo pudo ser apreciable su efectividad exterminando casi toda la muestra de garrapatas delimitada, con un total de 236 garrapatas muertas, el 94.4 por ciento. Dichos porcentajes dan lugar a que la mayor efectividad, tanto de un producto químico como de un orgánico, va de las veinticuatro horas a los cuatro días, de acuerdo a los datos comparados entre Salinas (2010) y Rodríguez (2006).

Cinco días

La dilución más efectiva a los cinco días fue la número uno con el 94.8 por ciento, en seguida se encuentra la número dos con 81.2, la dilución número cuatro presentó 80.4, después la número cinco con 79.2 por ciento y la dilución número tres con 78.4 por ciento. Al apreciar estos datos se encuentra que es el punto donde hay menor dispersión entre los resultados de cada dilución, con una desviación estándar aceptable (5.06) y el menor coeficiente de variación, 0.11.

Para este tiempo el tratamiento testigo alcanzó la más alta mortandad de garrapatas, 98.4 por ciento, que todas las diluciones, aunque no tan alejado de la dilución número uno con el 94.8.

De acuerdo a lo reportado por Salinas (2010) todos los tratamientos o concentraciones de extracto de gobernadora fueron igualmente efectivos para matar a las garrapatas, los resultados más visibles fueron a los cuatro días, con el 100 por ciento de control.

Dilución

Todas las diluciones evaluadas presentan efectividad significativa hasta los cuatro días, la secuencia de esta efectividad es la siguiente: 1, 2, 4, 5, 3, obteniendo así el por ciento de cada una de las diluciones: número uno con el 94.8 por ciento de efectividad, dilución dos con un 81.2 por ciento, tres 78.4 por ciento, cuatro 80.4 por ciento, cinco 79.2 por ciento y el testigo 98.4 por ciento. Mientras que los resultados obtenidos por Rodríguez (2006) se simplifican de la manera siguiente: Dilución tres, 100 por ciento, concentración al 50 por ciento con dilución dos, 95 por ciento, concentración al 50 por ciento con dilución cinco, 90 por ciento. La aplicación con el porcentaje más alto y la más importante es la dilución tres, que registró 100 por ciento de efectividad, demostrando que supera a todas las concentraciones. Salinas (2010) cita que, al aplicar únicamente concentraciones, con lectura a las veinticuatro horas, se encuentra que la concentración al 10 por ciento es la más alta con un 63 por ciento de efectividad seguida de la concentración al 75 por ciento con 49 por ciento de efectividad, sin embargo este autor reporta, a los cuatro días, 100 por ciento de control en las cuatro concentraciones que utilizó. La conclusión adecuada para estos resultados es que mientras la dilución se encuentre entre 1/100 y 1/1000 los resultados serán favorables, lo que para las concentraciones es preferible tomar más en cuenta la más alta, 10 por ciento.

Tiempo/Dilución

La relación entre el tiempo y la dilución es el método con el cual se puede determinar qué dilución es efectiva y en qué tiempo libera su máximo potencial acaricida, en este caso la última lectura tomada a los cinco días, después de la última aplicación hecha a los cuatro días, demuestra que de un total de 250 garrapatas en estudio el 94.8 por ciento murió, teniendo como resultado final 13 garrapatas en existencia, las cuales se encuentran en un margen de error del cinco por ciento y si se toma en cuenta que por adversidades difíciles de controlar en un sistema de libre pastoreo, dichas garrapatas no se encontraron presentes en la última lectura, éstas no fueron tomadas en cuenta como garrapatas muertas Tabla A 2.

En el análisis de varianza se encontró que existe diferencia significativa tanto en la concentración del sustrato como en el tiempo, también se determinó que existe interacción entre los factores.

Recomendaciones

Se puntualiza en el trabajo algunas circunstancias externas al experimento que lo pueden afectar y para ello se busca mejorar. La primera situación encontrada al determinar las áreas exactas en el bovino y con lecturas muy prolongadas, no se puede controlar el recorrido que el animal hace durante el día, lo que influye en el conteo de garrapatas entre cada lectura, ya que pudieran haber caído durante el traslado del bovino al bebedero o durante el pastoreo. Por lo cual es necesario determinar en próximos estudios, de sistemas a libre pastoreo, las recomendaciones siguientes.

1.- Conocer el ciclo reproductivo de las garrapatas antes de comenzar el experimento en campo, ya que al delimitar las áreas de estudio en los bovinos se debe también tener conocimiento del estadio de las garrapatas presentes y

el sexo de estas mismas, ya que tienden a mudar y para reproducirse requieren abandonar al animal, criterios que pueden afectar el conteo entre cada lectura.

2.- Establecer tiempos de lectura donde el aplicador pueda dar seguimiento a estas mismas, es decir, aprovechar la luz del día desde que sale el sol hasta que se oculta, procurando estar el aplicador en constante movimiento con los animales en estudio, con el fin de observar movimientos y descansos de este mismo para verificar que durante los trayectos las garrapatas no se hayan caído o mueran. Si fuera el caso, se debe establecer un margen de error con el cual las garrapatas que muy difícilmente hayan desaparecido de la vista, puedan contabilizarse.

3.- Realizar una pronta recolección de las garrapatas presentes para su identificación posterior, procedimiento que debe realizarse con herramienta adecuada para el desprendimiento de las garrapatas pegadas en el bovino y no dañar su estructura quelícera, facilitando así su identificación.

VI. CONCLUSIONES

El extracto de *Larrea tridentata* mostró ser efectivo en el control de garrapata aplicado a ganado Brahman cruzado con Pardo Suizo y presenta una eficacia semejante al testigo empleado, un producto químico comercial, por ello, se rechaza la hipótesis planteada.

Las diluciones de extracto de *Larrea tridentata* muestran su mejor eficacia a los cinco días, igual que el garrapaticida comercial y tienen casi el mismo efecto que él, que logró un 98.4 por ciento de control y la dilución mejor un 94.8 por ciento, por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada.

La dilución número uno de extracto de *Larrea tridentata* mostró la mayor efectividad en el control de garrapatas, con un 94.8 por ciento a los cinco días de la aplicación, En orden descendente respecto al tiempo (cinco días) la efectividad de las diluciones fue: 81.2, 80.4, 79.2 y 78.4 por ciento, para las diluciones dos, cuatro, cinco y tres, respectivamente; por lo anterior, se rechaza la hipótesis planteada.

VII. LITERATURA CITADA

- Aguirre, E.J. y S. Aburto. 1983. *Determinación de concentraciones discriminantes como medio diagnóstico de susceptibilidad en garrapatas Boophilus microplus. Reunión Anual de Parasitología Veterinaria. FMVZ, UNAM. México. p. 225-231.*
- Aguirre, E.J y V.M. Santamaría. 1986. *Purificación y caracterización toxicológica de garrapatas B. microplus resistentes a ixodicidas organofosforados y órganoclorados. VII Reunión Anual Asoc. Mex. de Parasitología Veterinaria A.C Cd. Victoria, Tamps., México. p. 115-120.*
- Arias, D., G. Vázquez, W. Acosta, L. Montañez, R. Álvarez y V. Pérez. 2009. *Determinación del Azadiractina de los aceites esenciales del árbol de Neem (Azadirachta Indica). Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela. Rev. Ingen. U.C. 16(3):22-26.*
- Arteaga, S. 1997. *Effect of gobernadora (Larrea tridentate) on cholesterol cholelithiasis in the golden hamster (Mesocricetus auratus). Bachelor in Biology Thesis. Facultad de Ciencias, UNAM. México. p. 231-239.*
- Barker, S. C., and A. Murrell. 2004. *Systematics and evolution of ticks with a list of valid genus and species names. Parasitology. p.129 (Sup): 15-36.*
- Belmares, H., A. Barrera, L.F. Ramos de V. E. Castillo and V. Motomochi. 1979. *Research and development of L. tridentata as a source of row material. En: E. Campos, T.J. Mabry, T.S Fernández (Eds.). Larrea. Serie el Desierto. CIQA. Saltillo, Coahuila, México. p. 247-276.*
- Belozerov, V.N. 1982. *Diapausa y ritmos biológicos en garrapatas. En: Fisiología de las garrapatas. Obenchain, F.D y R. Galun (Eds.). Pergamon Press, Oxford. p. 469-500.*
- Bisen, S. Mandal, S.C. and Sanyal P.K. 2011. *Effect of some phytotherapeutic agents on egg production of Rhipicephalus (Boophilus) microplus. Indian Journal of Animal Research. 45 (4): 89-94.*
<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20123156145>. Consultado: 13 de octubre de 2017.
- Brinker, F. 1993. *Larrea tridentate (DC) Coville (chaparral or creosote bush). British Journal of Phytotherapy. 3:10-31.*
- Cantú O., H., A. Gómez V., C. Aguilera G. J. Rodríguez R. y A. Núñez G. 2016. *Evaluación de un método para la detección de plaguicidas. Universidad Autónoma de Nuevo León, Fac. Ciencias Biológicas, Laboratorio de Ecofisiología. 1(1): 116-121.*

- Catlin, C. N. 1925. *Composition of Arizona forages, with comparative data.* Bull. 113. Tucson, AZ. University of Arizona, Agricultural Experiment Station, p 155-171.
- Chahan, B. Z. Jian, X. Xuan, Y. Sato, H. Kabeya, K. Tuchiya, K. Itamoto, M. Okuda, T. Mikami, S. Maruyama and H. Inokuma. 2005. *Serological evidence of infection of Anaplasma and Ehrlichia in domestic animals in Xianjiang Uygur Autonomus Region Area, China.* Vet. Parasitol. p. 273-278.
- Collado, J. G. 1960. *Insectos y ácaros de los animales domésticos. Manual práctico de campo.* Vol. 1. Salvat Editores, S.A. Barcelona. 591 p.
- Coyle, J., and N.C. Roberts. 1975. *A field guide to the common and interesting plants of Baja California.* Natural History Publisher Company. La Joya, California, USA. 43 p.
- Cupp, E.W. 1991, *Biology of ticks.* Veterinary Clinics of North America, Small Animal Practice. p. 21 (1).
- Cuore, U., A. Trelles, J. Sanchís, V. Gayo y M.A. Solari. 2007. *Primer diagnóstico de resistencia al Fipronil en la garrapata común del ganado Boophilus microplus.* Veterinaria (Montevideo). 42: 35-41.
- Delgado, C. 1999. *Livestock to 2020: the next food revolution.* Nairobi, Kenya, IFPRI/FAO/ILRI. p. 118-128.
- Dermaderosian, A. 1998. *Promising practices in the use of medicinal plants in the United States.* In: *Medicinal Plants-Their Role in Health & Biodiversity.* University of Pennsylvania Press, Phila. p. 177-190.
- Duisberg, P.C. 1952. *Development of a feed from the creosote bush and the determination of its nutritive value.* J. Animal Sci. 11: 74-80.
- Evans, D. & M. Walker. 2005. *Glosary of acarine terms,* [Http://itp.lucidcentral.org](http://itp.lucidcentral.org). Consultado: 11 de octubre de 2017.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 1993. *Norma mexicana N 006 – Zoo, requisitos de efectividad biológica para los ixodídeos de uso en bovinos y métodos de prueba.* México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. p.39-42.
- Fernández R. M., E. Zhioua y Z. García V. 2005. *Infectividad de Metarhizium anisopliae en contra de cepas de garrapata Boophilus microplus sensible y resistente a los organofosforados.* Técnica Pecuaria en México. 43 (3): 433-440.

- Fragoso, S.H., and C.N. Soberanes. 1992. Control of resistance to ixodicides in light of current knowledge. XXV Congreso Nacional, Veracruz, Ver., México Asociación Mexicana de Médicos Especialistas en Bovinos, A.C. p. 40-48.
- Fragoso, S.H., C.N. Soberanes, E.M. Ortiz, V.M. Santamaría y N.A. Ortiz, 1996. Epidemiología de la resistencia a ixodicidas piretroides en garrapatas *Boophilus microplus* en la República Mexicana. Memoria de la 5ta. Reunión Anual del Consejo Técnico Consultivo Nacional de Sanidad Animal. p. 33-42.
- Furman, D.P and E.C. Loomis. 1984. The ticks of California (Acari: Ixodida). University of California. Div. Agric. Scis., leaflet 2503. 18 p.
- Garnett, J.M., N.P Conally, K.C. Stafford and M.L. Carter. 2011. Evaluation of deer-targeted interventions on lyme disease incidence in Connecticut. *Public Health Rep.* 126(3):446-454.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3072871/pdf/phr126000446.pdf>
Consultado: 27 de julio de 2017
- George J.E., J.M. Pound and R.B. Davey. 2004. Chemical control of ticks on cattle and the resistance of these parasites to acaricides. *Parasitology* 129: 353-366.
- Gisvold, O. 1948. A preliminary survey of the occurrence of nordihydroguaiaretic acid in *Larrea divaricates*. *Journal of the American Pharmacology Association.* 37:194-196.
- Greenfield, M.D., T. E. Shelly, and K. R. Dowmund. 1987. Variation in host plant quality: Implications for territoriality in a desert grass-hopper. *Ecology.* 68:28-38.
- Google maps. 2017. INEGI. Distribución de *Larrea tridentata* en Norteamérica. Disponible en: <http://www.naturalista.mx/taxa/68205-Larrea-tridentata>. Consultado: 08 de agosto de 2017.
- Google maps. 2017. Localización geográfica del área de estudio en el rancho La Vainilla, comunidad de Pablo L. Sidar, Mpio. de Chicomuselo Chiapas. Disponible en: <https://www.google.com.mx/maps/place/Pablo+L.+Sidar,+Chis./@15.8308384,-92.2885049,15z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x858d770d8b201bb7:0x8437cd1f399047b1!8m2!3d15.8286715!4d-92.2791023> Consultado: 24 de junio de 2017.
- Horak, I.G., J.L. Camicas and J.E. Keirans. 2002. The Argasidae, Ixodidae and Nuttalliellidae (Acari: Ixodida): a world list of valid tick names. *Experimental and Applied Acarology.* 28:27-54.
- Hoskins, J.D. 1991. Ixodid and Argasid ticks: keys to their identification. *Vet. Clin. North Am.* 21: 185-197.

- Jasso de R., D., R. Rodríguez G., F. D. Hernández, C., J. A. Villarreal Q., C. N. Aguilar y A. Galván C. 2007. Antifungal effects in vitro of semiarid plant extracts against post-harvest fungi. AAIC Annual Meeting: Bringing Industrial Crops into the Future. p. 7-10.
- Khan, C.M and S.Line (Eds.). 2003. The Merck veterinary manual [online]. Whitehouse Station, NJ: Merck and Co. *Boophilus* spp. Available at: <http://www.merckmanual.com/mvm/index.jsp?cfile=html/bc/72108.htm>
Consultado: 15 de septiembre de 2017.
- Klafke, G.M., T. Teixeira T., J. Reck y J.R. Martins. 2013. La multirresistencia a los ixodicidas y el control integral de garrapatas en Brasil III. Simposio Internacional de Resistencia a los Pesticidas en Artrópodos. p. 36-47.
- Landeros F., J., E. Guerrero R. y V. Sánchez V. 1999. Garrapatas, aspectos sobre su biología, morfología, taxonomía y transmisión de enfermedades. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, División de Agronomía, Departamento de Parasitología. 73 p.
- León G., L. L. de, M. Mellado B., J. R. Reynaga V., L. Pérez R., A. Salinas Z. y J. Cabrera H. 2014. Evaluación de concentraciones de extracto de *Larrea tridentata* como garrapaticida. V Congreso Internacional de Manejo de Pastizales. SOMMAP-INIFAP. Nuevo Vallarta, Nayarit, México. p. 31-38.
- León G., L. L. de, M. Rodríguez A., J. R. Reynaga V., M. J. Ayala O. y L. Rodríguez G. 2009. Extracto de *Larrea tridentata* como garrapaticida contra un químico comercial (Amitraz). VI Simposio Internacional de Pastizales. ITESM-UANL. Monterrey, N.L., México. p. 40-51.
- Lia, V. V., V. A. Confalonieri, C. I. Comas y J. H. Hunziker. 2001. Molecular phylogeny of *Larrea* and its allies (Zygophyllaceae): reticulate evolution and the probable time of creosote bush arrival in North America. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 21: 309-320.
- Lima A., C. 2010. Biochemical characterization of a kunitz-type inhibitor similar to dendrotoxins produced by *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae) hemocytes. *Vet. Parasitol.* 167: 279-287.
- Lira S., R. H., F. D. Hernández C., R. Gamboa A., D. Jasso de R. y F. Jiménez D. 2003b. Evaluation of resin content and the antifungal effect of *Larrea tridentata* (Sesse and Moc. Ex D.C). Coville extracts from two Mexican desserts against *Pythium*, sp. Pringsh. *Revista Mexicana de Fitopatología*. 21: 97-101.
- Lodos J, Boue O, de la Fuente J.A. 2000. Model to simulate the effect of vaccination against *Boophilus* ticks on cattle. *Vet. Parasitol.* 87(4): 315-326.

- López, E., G. López y S. Orduz. 2009. Control de la garrapata *Boophilus microplus* con *Metarhizium anisopliae*, estudios de laboratorio y campo. *Revista Colombiana de Entomología*. 35 (1): 42-46.
- Lynch, J.A., J. S. Clark, N.H. Bigelow, M.E. Edwards & B.P. Finney. 2002. Geographic and temporal variations in fire history in boreal ecosystems of Alaska. *Journal of Geophysical Research*. 108: 1-17.
- Mabry, J., J. Hunzinker, and D. DiFeo. 1984b. Creosote bush. *Biology and chemistry of Larrea in the new world deserts*. Dowden Hutchinson Ross Inc. USA. 208 p.
- MacMahon and A. James. 1988. Warm deserts. In: Barbour, Michael G.; Billings, William Dwight, Eds. *North American Terrestrial Vegetation*. Cambridge, New York. Cambridge University Press. 231-264.
- Márquez J., J.F., A. Hidalgo P., F. Contreras Ch., J.J. Rodríguez L., y M.A. Muniain E. 2005. Ticks (Acarina: Ixodidae) as vectors and reservoirs of pathogen microorganisms in Spain. *Enferm. Infecc. Microbiol. Clin.* 23(2): 94-102. Review, Spanish. PubMed PMID: 157435581.
- Meghna, G. 1999. Zoology notes, exclusive notes on zoology. <http://www.notesonzooology.com>. Consultado: 10 de julio de 2017.
- Minjauw, B. and A. McLeod. 2003. Tick-borne diseases and poverty. *The impact of ticks and tick-borne diseases on the livelihood of small and marginal livestock owners in India and eastern and southern Africa*. UK. Research Report, DFID Animal Health Programme, Centre for Tropical Veterinary Medicine, University of Edinburgh. http://r4d.dfid.gov.uk/PDF/Outputs/RLAHTickBorn_Book.pdf Consultado: 24 de junio de 2017.
- Muller, C. H. 1991. Plant succession in the *Larrea-Flourensia* climax. *Ecology*. 21: 206-212.
- Nari, A., and H.J. Hansen. 1999. Resistencia de los ecto y endoparásitos: soluciones actuales y futuras. 67ª sesión general. Organización Internacional de Epizootias. Paris, Francia. p. 110-112.

- Newall, C.A., L.A. Anderson & J.D. Philipson. 1996. *Herbal medicine: A guide for health care professionals*. London: Pharmaceutical Press. p. 179-180.
- Ocádiz G., J. 2003. *Epidemiología en animales domésticos. Control de enfermedades*. 2 ed. Trillas. p. 178-182.
- Peñuelas R., O., M. Arellano G., I. C. Vargas A., F. Lares V., E.U Cantú S., S.,E. Hernández R., M.A Gutiérrez C. y C. Mungarro I. 2015. Bioactividad *in vitro* de extracción de gobernadora (*Larrea tridentata*) sobre la inhibición de hongos poscosecha: *Alternaria tenuissima*, *Aspergillus niger*, *Penicillium polonicum* y *Rhizopus oryzae*. *Polibotánica*. (40): 183-198. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-27682015000200012&lng=es. Consultado: 21 de noviembre de 2017.
- Perry, B. D., T.F Randolph, J. J. McDermott, K. R. Sones, and P. K. Thornton. 2002. *Investing in animal health research to alleviate poverty*. International Livestock Research Institute, Nairobi, Kenya. 32: 273-281.
- Pratt, H. D. and K.S. Litting. 1961. *Lice of public health importance and their control*. PHS Pub. U.S. Department of Health, Education, and Welfare. 772. (Part VIII): p.16.
- Queensland. 2015. *Animal health officer, tick and tickborne diseases, animal production and health division*. Department of Agriculture and Fisheries. <https://www.daf.qld.gov.aun/animal-industries/animal-health-and-diseases/animal-disease-control/cattle-tick/overview>. Consultado: 6 de octubre de 2017.
- Ramzan, M., M.S Khan, M. Avais, J.A. Khan, K. Pervez, and W. Shahzad. 2008. *Prevalence of ectoparasites and comparative efficacy of different drugs against tick infestation in cattle*. *J. Animal Plant Science*. 18(1): 17-19.
- Reck, J., G.M. Klafke, A. Webster, B. Dall'Agnol, R. Scheffer, U.A. Souza, V.B. Corassini, R. Vargas, J. Silveira dos S. y J.R. de Souza M. 2014. *First report of fluazuron resistance in Rhipicephalus microplus: a field tick population resistant to six classes of acaricides*. *Vet. Parasitol.* 201(1-2): 128-136.
- Ren, R., X. Xu., T. Lin., and S. Weng., H. Liang, 2012. *Cloning, characterization, and biological function analysis of the Sidt gene from Siniperca divatsi*. *Dev. Comp. Immunol.* 35: 692-701.

- Rodríguez A., M. 2006. *Evaluación de extracto de Larrea tridentata como garrapaticida contra un químico comercial (amitraz)*. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 39 p.
- Rodríguez V., R.I. 2005. *Enfermedades de importancia económica en producción animal*. Universidad Autónoma de Yucatán. Editorial McGraw-Hill Interamericana. 181 p.
- Rodríguez V., R.I., M.A. Alonso D., F. Rodríguez A., H. Frago S., V.M Santamaría & R. Rosario C. 2005. *Prevalence and potential risk factors for organophosphates and pyrethroids resistance in Boophilus microplus ticks in cattle ranches from the state of Yucatan, Mexico*. *Vet. Parasitol.* p. 86-93.
- Salinas Z., A. 2010. *Evaluación de concentraciones de extracto de Larrea tridentata como garrapaticida*. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 61 p.
- Samish, M. and J. Rehacek. 1999. *Pathogens and predators of tick and their potential in biological control*. *Annu. Rev. Entomol.* 44: 159-182.
- Schmutterer, H. 1995. *The neem tree Azadirachta indica A. Juss and other liliaceous plants-sources of unique natural products for integrated pest management, medicine, industry and other purposes*. Edit VCH. Weinheim, New York, Basel, Cambridge, Tokyo. p. 696.
- Shaw, R. D., J. A. Trorbum and H. G. Wallace. 1970. *Tick control of cattle*. Ed. Martin Press Ltd. England. p. 110-118.
- Soberanes C., N., M. Santamaría V., H. Frago S. y Z. García V. 2002. *Primer caso de resistencia al amitraz en la garrapata del ganado Boophilus microplus en México Técnica Pecuaria en México*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. p.40.
- Solís S., S. 1991. *Ecología de las garrapatas Boophilus; perspectivas de un panorama*. *Memorias del II Seminario Internacional de Parasitología Animal. Garrapatas y Enfermedades que Transmiten*. Morelos, México. p. 3-19.

- Sonenshine, D.E. 1991. *Biology of ticks*, Vol. 1. Oxford University Press, New York. p.312.
- Sonenshine, D.E. 1993. *Biology of ticks*, Vol. 2. Oxford University Press, New York. p.45-66.
- USDA (United States Department of Agriculture). 1994. Tick disease information. Available at: https://www.aphis.usda.gov/aphis/ourfocus/animalhealth/animal-disease-information/cattle-disease-information/sa_ticks/, Consultado: 13 de septiembre de 2017.
- Vargas, A., I., A. Contreras, V., J. Hernández M. y M.A. Martínez T. 2006. Arilselenofosfatos con acción antifúngica selectiva contra *Phymatotrichopsis omnívora*. *Revista Mexicana de Fitogenética*, A.C. Chapingo, México. p. 171-174.
- Verástegui, M., M. de los A. 1995. Análisis del efecto antifúngico de 20 extractos de plantas, Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Biológicas. Monterrey, NL., México. p. 16-18.
- Wallace, A., E. M. Romney, and R. B. Hunter. 1972. Some effects of gamma radiation on seed germination and seedling survival. In: *Radioecology and ecophysiology of desert plants at the Nevada test site*. TID-25954. p. 49-55.
- Wasowski, S., and A. Wasowski. 2000. *Native landscaping from El Paso to L.A. The University of Texas at Australia*. ISBN-0-8092-2511-5.
- Woodham, C. B., and R. Col. 1983. *Arthropod pesticide resistance database*. Michigan State University. Available at: <http://www.pesticideresistance.com/> Consultado: 12 de mayo de 2017.

APÉNDICE

Tabla A 1. Porcentaje de efectividad para cada uno de los tratamientos con su lectura respectiva.

T.	20 min		40 min		2 hr		4 hr		24 hr		4 días		5 días	
	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%
1	0	0	0	0	1	2	2	4	0	0	38	76	48	96
1	0	0	0	0	0	0	2	4	7	14	36	72	47	94
1	0	0	0	0	2	4	3	6	7	14	34	68	50	100
1	0	0	0	0	0	0	0	0	6	12	32	64	47	94
1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	27	54	45	90
2	0	0	0	0	1	2	2	4	8	16	28	56	38	76
2	0	0	0	0	0	0	1	2	4	8	20	40	40	80
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	52	42	84
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	56	39	78
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	34	44	88
3	0	0	0	0	2	4	2	4	2	4	18	36	32	64
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	58	42	84
3	0	0	0	0	3	6	4	8	4	8	35	70	45	90
3	0	0	0	0	0	0	3	6	8	16	34	68	42	84
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	16	35	70
4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	26	52	40	80
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	68	43	86
4	0	0	0	0	0	0	0	0	10	20	28	56	41	82
4	0	0	0	0	0	0	0	0	12	24	14	28	42	84
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	52	35	70
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	16	40	80
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	24	43	86
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	32	41	82
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	34	33	66
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	60	41	82
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	88	49	98
6	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	48	96	50	100
6	0	0	0	0	0	0	0	0	7	14	46	92	47	94
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	100	50	100
6	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	48	96	50	100
Total	50	100%	50	100%	50	100%	50	100%	50	100%	50	100%	50	100%

T Número de tratamiento

Número de individuos muertos

% Porcentaje de efectividad

Tabla A 2. Población total de garrapatas muertas entre cada lectura

Tratamiento	20 min	40 min	2 hr	4 hr	24 hr	4 días	5 días
T1	0	0	1	2	0	38	48
T1	0	0	0	2	7	36	47
T1	0	0	2	3	7	34	50
T1	0	0	0	0	6	32	47
T1	0	0	0	0	2	27	45
T2	0	0	1	2	8	28	38
T2	0	0	0	1	4	20	40
T2	0	0	0	0	0	26	42
T2	0	0	0	0	0	28	39
T2	0	0	0	0	0	17	44
T3	0	0	2	2	2	18	32
T3	0	0	0	0	0	29	42
T3	0	0	3	4	4	35	45
T3	0	0	0	3	8	34	42
T3	0	0	0	0	0	8	35
T4	0	0	0	0	2	26	40
T4	0	0	0	0	0	34	43
T4	0	0	0	0	10	28	41
T4	0	0	0	0	12	14	42
T4	0	0	0	0	0	26	35
T5	0	0	0	0	0	8	40
T5	0	0	0	0	0	12	43
T5	0	0	0	0	0	16	41
T5	0	0	0	0	0	17	33
T5	0	0	0	0	0	30	41
T6	0	0	0	0	0	44	49
T6	0	0	0	0	2	48	50
T6	0	0	0	0	7	46	47
T6	0	0	0	0	0	50	50
T6	0	0	0	0	2	48	50
Total	0	0	9	19	83	857	1281