



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA

UNAN - MANAGUA

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA, MANAGUA**  
**FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA DE CHONTALES**  
**“CORNELIO SILVA ARGUELLO”**  
**UNAN – MANAGUA FAREM – CHONTALES**  
**DEPARTAMENTO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SALUD**

*“2019: Año de la Reconciliación”*

**Seminario de Graduación para optar al Título de Ingeniero Agrónomo**

**Tema:** Evaluación de caldo Sulfocálcico y extractos naturales de neem (*Azadirachta indica*), eucalipto (*Eucalyptus spp*) y madero negro (*Gliricidia sepium*) como alternativas para el control de garrapatas en el ganado bovino durante la época seca, 2019.

**Autores:**

Br. César Augusto Cabrera Chavarría.

Br. Dallan´s Isacc Téllez Gamboa

**Tutor:**

Msc. Indiana Ramona Montoya Dompé.

**Asesor:** Msc. Narciso Lenin Duarte Acevedo.

**Asesor .** Msc. Yorlis Gabriela Luna Delgado

***¡A la libertad por la Universidad!***

**Chontales, junio 2019**

## **Tema**

Evaluación de caldo Sulfocálcico y extractos naturales de neem (*Azadirachta indica*), eucalipto (*Eucalyptus spp*) y madero negro (*Gliricidia sepium*) como alternativas para el control de garrapatas en el ganado bovino durante la época seca, 2019.

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo principalmente a *Dios*, por haberme dado la vida y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mis *Padres* por ser el pilar más importante, fuente de aliento y experiencia y sobre todo por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar cuanto difirieran nuestras opiniones.

A todas las personas de una forma u otra estuvieron ahí para mi brindándome una mano amiga, una palabra de aliento o una palmadita en la espalda cuando más lo necesité, agradezco a mis *amigos, hermanos, compañeros y futuros colegas* que siempre supieron como aportar un grano de arena que el día de hoy se convierte en parte de los cimientos en los que se sostiene este trabajo.

*Br. César Augusto Cabrera Chavarría.*

## **Dedicatoria**

Dedico esta tesis a *Dios* por que sin la ayuda del nunca hubiese llegado hasta este momento tan maravilloso y tan importante de mi formación profesional. A mi madre, *Martha Lorena Jirón* por ser la *persona más importante en mi vida* y por demostrarme siempre su cariño y su amor y su apoyo incondicional sin importar que estuviera tan lejos siempre estuvo apoyándome.

Se la dedico a mi tía *Yahoska* que me apoyo cuando más lo necesite, a quien quiero como a una madre, y por siempre estar dispuesta a escucharme y ayudarme en cualquier momento.

A mi compañero *César Cabrera* porque a pesar que teníamos nuestras diferencias pudimos ser un gran equipo para realizar nuestra tesis, aunque todo se los complicará buscábamos la manera de resolverlo y salir adelante.

*Br. Dallys Isacc Téllez Gamboa.*

## **Agradecimientos**

Cualquier agradecimiento no será suficiente para las personas que se han involucrado en la realización de este trabajo, sin embargo merecen reconocimiento especial mi madre *Gloria Estela Chavarría Rodríguez* y mi padre *César Augusto Cabrera Urbina* que con su esfuerzo y dedicación me ayudaron a culminar mi carrera universitaria brindándome el apoyo suficiente para no decaer cuando todo parecía complicado e imposible, agradezco de corazón cada uno de sus esfuerzos, pues gracias a esas luchas he podido llegar a ser quien soy el día de hoy, mis más amorosas gracias a ellos dos, sin quienes no habría llegado hasta aquí.

Asimismo, agradezco infinitamente a mis hermanas *Wendy Cabrera Chavarría* y *Marina Estela Cabrera Chavarría* que nunca dudaron de mis capacidades y siempre fueron de las primeras personas que se ofrecieron a darme una mano cuando así lo necesité, a todos aquellos profesionales que se ofrecieron a colaborar aportando su posesión más valiosa, sus conocimientos para que de esa forma pudiera llegar un paso más cerca de culminar este trabajo que hoy le estamos presentando.

A mi alma mater UNAN-FAREM Chontales, así como a los docentes que a lo largo de mi camino profesional me brindaron todas y cada una de las herramientas que hasta el momento han sido de una enorme utilidad para mi persona, por sus palabras y consejos en materias que iban más allá del mundo académico, por esas ocasiones en las sacrificaron un merecido descanso para procurar que obtuviera la mejor calidad de conocimiento que ellos pudieron brindarme, en fin a todas esas personas que en un momento u otro pudieron darme de buena gana cualquier estímulo por más pequeño que este fuera para seguir adelante y poder estar hoy presentándoles este trabajo que más que un requisito y un escalón más en mi escala al mundo profesional ha pasado a ser parte de mí, muchas gracias a ellos, que supieron dejar a un lado el cansancio para poder colaborar con mis intereses, una vez más les agradezco.

En ultima, pero no menos importante instancia solo me resta agradecer el Señor *Manuel Alvarado* y a su señora esposa *Eda Marina Urbina*, quienes avivaron en mi la llama de autosuperación y la constancia que me ha hecho llegar hasta este punto de mi vida, a mis amigos incondicionales *Ing. Rosbin Abiasat Romero López* y al *Ing. Luis López Gutiérrez* por las muestras de solidaridad y hermandad que demostraron para con mi persona desde mucho antes de llegar a este punto, al Msc. Narciso Lenin Duarte Acevedo por sus consejos y sugerencias a lo largo de toda mi carrera y por brindar de buena gana una mano amiga para hoy este trabajo sea expuesto, en fin, a todos aquellos que quedan aún por fuera, pero que no son olvidados, les doy mis más sinceros agradecimientos.

*Br. César Augusto Cabrera Chavarría.*

## **Agradecimientos**

Le agradezco a todas las personas que estuvieron a mi lado para realización de este trabajo, así también como a todos aquellos que dieron lo mejor de sí al brindarme palabras de aliento cuando las necesitaba, sin embargo, merecen reconocimiento especial mi Madre que con su esfuerzo y dedicación me ayudo a culminar mi carrera universitaria y me dio el apoyo suficiente para no retroceder cuando todo lucía perdido e inalcanzable.

Así mismo, agradezco infinitamente a mi esposa *Iskra de la Torre* y a mi hija *Sarah Téllez de la Torre* por darme fuerza cuando lo necesité, que con sus palabras me hacían sentir orgulloso de lo que soy y de lo que les puedo enseñar. Ojalá algún día yo me convierta en su fuerza para que puedan seguir avanzando en su camino.

De igual forma, agradezco a todos los profesores que me han visto crecer como persona, y gracias a sus conocimientos hoy puedo sentirme dichoso y contento del grandioso Ing. que voy a lograr ser en este mundo que lo dará nuevas oportunidades en la vida.

*Br. Dallan´s Isacc Téllez Gamboa.*

## Índice

I.	Introducción .....	1
II.	Objetivos.....	4
2.1	Objetivo General:.....	4
2.2	Objetivos Específicos:.....	4
III.	Marco Teórico .....	5
3.1	Relación del ganado bovino y la incidencia de las garrapatas .....	5
3.2	Afectaciones y pérdidas en la producción.....	9
3.3	Biología de las garrapatas .....	9
3.3.1	Orden Scorpionidae (Escorpiones).....	9
3.3.2	Orden Arachnida (Arañas) .....	10
3.3.3	Orden Acarina (Ácaros) .....	10
3.4	Taxonomía de las garrapatas .....	10
3.5	Características generales de las garrapatas duras .....	12
3.5.1	Alimentación .....	12
3.5.2	Reproducción y desarrollo .....	14
3.5.2	Ciclo de vida.....	20
3.6	Clasificación de las garrapatas .....	22
3.6.1	Garrapatas duras ( <i>ixodidae</i> ) & Garrapatas blandas ( <i>argasidae</i> ) .....	22
3.6.3	Aspectos ecológicos de las garrapatas duras .....	23
3.7	Acciones Patógenas .....	24
3.7.1	Acción patógena expoliatrix.....	24
3.7.2	Acción patógena mecánica.....	24
3.7.3	Acción patógena tóxica.....	24
3.7.4	Acción patógena necrótica .....	24
3.7.5	Acción traumática.....	25
3.7.6	Acción vectora.....	25
3.8	Medidas para el control de garrapatas .....	25



3.8.1	Prevencción.....	25
3.9	Control de garrapatas en el ganado bovino. ....	26
3.9.1	Tipos de control.....	26
3.10	Tratamientos de origen Natural .....	32
3.11	Neem ( <i>Azadirachta indica</i> ) .....	34
3.12	Eucalipto ( <i>Eucalyptus spp</i> ).....	35
IV.	HIPÓTESIS .....	38
V.	Materiales y métodos .....	39
5.1	Área de estudio .....	39
5.2	Tipo de estudio .....	39
5.3	Diseño experimental .....	39
5.3.1	Tratamientos a evaluar:.....	40
5.3.2	Modelo estadístico:.....	40
5.3.3	Variables a medir.....	40
5.3.4	Análisis estadístico: .....	41
5.6	Procedimiento.....	41
5.7	Procedimiento para la elaboración de tratamientos orgánicos. ....	42
5.7.2	Caldo Sulfocálcico - Extracto de Neem ( <i>Azadirachta indica</i> ) – Ext. Madero ( <i>Gliricidia sepium</i> )......	43
5.7.3	Caldo Sulfocálcico - Extracto de Eucalipto ( <i>Eucalyptus spp</i> )......	43
5.7.4	Caldo Sulfocálcico – Neem – Madero – Eucalipto. ....	44
VI	Resultados y discusión .....	45
VII	Conclusiones. ....	57
VIII.	Recomendaciones .....	58
IX.	Bibliografía .....	59
	ANEXOS.....	64

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: ANOVA general de los tratamientos .....	47
Tabla 2: <i>Análisis de varianza entre tratamientos</i> .....	47
Gráfico N°1: Comparación de Efectividad de Tratamientos.....	48
Gráfico N°2: Evaluación lineal de tratamientos. ....	49
Tabla 3: Promedio Inicial y Final de incidencia de garrapatas.....	50
Gráfico N°3: Presencia de Garrapatas por área anatómica.....	52
Gráfico 4: Comparación de porcentajes inicial y final de presencia de garrapatas.....	53
Tablas de Relación Beneficio- Costo de los tratamientos (Naturales – Químicos) .....	55
Tabla N° 6: Relación Beneficio - Costo (Garrapaticida Químico). ....	55

## **Resumen**

El presente trabajo a continuación tiene como intención sugerir tratamientos alternativos de origen natural para el control de las garrapatas en el ganado bovino, esto a base de compuestos extraídos de plantas, que lo por lo general están a la completa disposición de los ganaderos, que sin importar el tamaño o lo pequeño de sus explotaciones podrían hacer total uso de estos y sus propiedades, a un bajo costo y facilidades de elaboración.

La metodología empleada en este estudio fue la de un diseño completamente al azar (DCA) el método de análisis de fue mediante utilización de recursos de origen teórico-prácticos, así como de análisis estadístico mediante ANOVA.

El área de estudio fue la Estación Biológica Francisco Guzmán Pasos (UNAN- FAREM, Chontales), a fin de obtener homogeneidad en las muestras obtenidas, las características de raza, edad, color, sexo fueron indistintas para la realización de este estudio. El proceso de realización constó de un conteo de garrapatas previo a la aplicación de los tratamientos, se realizaron 7 conteos posteriores a la aplicación y con una diferencia de 5 días entre cada uno.

Con la realización de este estudio se confirmó que los tratamientos de origen natural cuentan con la efectividad requerida para cumplir de forma satisfactoria a lo esperado, de un producto destinado a la finalidad con la que estos se sugirieron, además situándolos en lugares firmes en comparación con los proporcionados por sus contrapartes comerciales de origen químico, esto sin acarrear efectos ambientales negativos.

## **I. Introducción**

La ganadería en Nicaragua, es uno de los principales rubros de exportación, siendo uno de los principales proveedores de divisas que el país posee, como se sabe Nicaragua ocupa uno de los primeros lugares en producción ganadera y de sus subproductos (Leche, cuero, carne, etc.) en el pasado, el dinamismo del sector ha presentado un efecto multiplicador al trasladar recursos hacia los otros factores de la economía, principalmente a sector terciario y al sector industrial (Duarte L. , 2006).

En la década de los noventa, la reactivación de este sector se dio a una tasa promedio anual del 6.8% entre 1994 al 2000, apoyando significativamente en crecimiento de la economía global en 4.7% anual durante el mismo periodo (Rivera, 1996).

Por otra parte, Nicaragua compite con el mercado mundial al vender sus productos para poder captar divisas; sin embargo, existen problemas que están concatenados al desarrollo de una práctica productiva de sustento debido a que la tecnificación e inversión es mínima; aparte que se necesita implementar controles sanitarios en el hato ganadero para mantenerlos libres de enfermedades (Alvarado, 2010).

El sector Agropecuario al presentar un aumento del 12,7% anual continúa teniendo un peso importante en la economía al aportar aproximadamente el 32.0% del producto interno bruto (PIB), sin tomar en consideración el valor agregado que experimenta en los procesos de industrialización y las actividades colaterales con las cuales se genera el 48.4% del PIB total de Nicaragua (BCN, 2017).

Una vez demostrada la importancia que posee la crianza, desarrollo y producción exitosas del ganado bovino para la economía nacional, sale a la luz también la importancia de tomar nota y mucha atención de temas relacionados a la salud y bienestar del mismo, puesto que existen diversas enfermedades que al poder causar cuantiosos daños a las crías ganaderas pasan a ser de interés para cada uno de los implicados con el mundo pecuario, enfermedades causadas por virus y bacterias que tienen sus vectores.

En el caso de Nicaragua una de los principales problemas de salud y bienestar animal lo es el monitoreo y control adecuado de garrapatas. Las garrapatas, son artrópodos hematófagos que cubren sus necesidades nutricionales sobre vertebrados de sangre caliente y fría (Giambruno., 2019), pueden transmitir microorganismos que comúnmente son denominados como hemoparásitos, tales como: piroplasmosis o tristeza común del ganado, *babesiosis*, *anaplasmosis*, *ehrlichiosis*, *haemobartonelosis*, *hepatozoonosis*, *trypanosomiasis*, *plasmodiosis*, *borreliosis*, etc. Del mismo modo si tomamos en cuenta que además de parasitar animales poseen también la capacidad de hacer lo mismo con el ser humano, exponiéndolo de igual manera a esa larga lista de afectaciones (Schultz, 2008), se denota la importancia de su control puntual y pertinente.

Mucho se ha discutido acerca de las funestas consecuencias de la garrapatosis, que provoca grandes fiebres, nerviosismo, dolor general, anemia marcada por la pérdida de sangre, disminución del apetito con la consecuente disminución de la producción de carne, leche y terneros, perjudicando seriamente los cueros, lo que afecta la industria de la curtiembre, calzados y otros derivados, además de verse totalmente desagradable al enseñorearse de los animales cubriendo orejas, cuello, lomo, ubre, escroto, ingle y región perineal por decenas y en ocasiones centenas, recordando que este hecho se ve facilitado por el ritmo acelerado de reproducción de la garrapata que es capaz de ovopositar entre 2,000 y 4,000 huevos por individuo (U.N.E.V.B, 2017).

Nicaragua al ser un país tropical les concede a las garrapatas óptimas condiciones para su desarrollo, donde no hay interrupciones ni barreras naturales a su ciclo biológico, pudiendo reproducirse a su antojo y sin discreción, todo el año (Giambruno., 2019).

Añadido a esto, las condiciones generadas por el cambio climático han agudizado su presencia (Benavides, 2016) lo que dificulta su control o manejo en donde se ha generalizado el uso de productos químicos.

Lamentablemente, el mal uso y abuso de los distintos acaricidas o garrapaticidas comerciales han hecho de que hoy por hoy haya una gran resistencia de las garrapatas a los distintos medicamentos, por lo que hay que establecer un manejo científico del tratamiento en las fincas, realizando análisis de eficacia de acaricidas para las garrapatas de cada lugar en particular. Es ahí donde se demuestra la importancia de mantener este campo de investigación siempre abierto, pues como se ha mencionado las garrapatas son un problema que se encuentra en constante evolución, por consiguiente, los intentos para combatirlos también deberían seguir el mismo camino (Giambruno, 2018).

Basándose en los datos anteriores se enmarca la importancia de la realización de investigaciones que como la presente estén enfocadas a explorar y encontrar otras opciones que permitan proporcionar tanto a los pequeños y medianos productores, al igual que los grandes ganaderos las posibilidades de controlar este problema de manera eficiente a una fracción del costo que conllevaría hacerlo mediante la utilización de productos comerciales cuyo origen químico trae efectos secundarios negativos que afectan directamente la integridad del medio ambiente.

Con el presente trabajo se pretende exponer una de esas posibles opciones a implementar en pos del control de este problema que tanto agobia al hato ganadero del país, así como sus porcentajes de producción, sin los efectos ecológicamente negativos de los tratamientos de origen químico comúnmente utilizados (contaminación de fuentes de agua, toxicación de pastizales y las más importante desarrollo de resistencia a los productos de parte de las garrapatas) y sin llevar a todos los criadores ganaderos a incurrir en inversiones económicas que podrían llevarlos a disminuir la tasa de aprovechamiento de sus respectivas explotaciones.

## **II. Objetivos**

### **2.1 Objetivo General:**

- Evaluar la efectividad de tres diferentes tratamientos de origen natural en el control de garrapatas de ganado bovino en la E.B.F.G.P.

### **2.2 Objetivos Específicos:**

- Determinar el nivel de incidencia de garrapatas (inicial y final) en el ganado bovino.
- Corroborar áreas anatómicas con mayor incidencia de garrapatas en el ganado bovino.
- Comprobar la efectividad de los tratamientos aplicados para el control de garrapatas del ganado bovino.
- Evaluación de relación costo-beneficio de cada uno de los tratamientos.

### III. Marco Teórico

#### 3.1 Relación del ganado bovino y la incidencia de las garrapatas

El ganado vacuno o bovino es aquel perteneciente a los mamíferos conocidos como vacas y bueyes de las especies *Bos Taurus* (*européo*) y *Bos Indicus* (*asiático*). De éstas se derivan la mayoría de las razas y variedades criadas en la actualidad (EcuRed, 2008).

Es descrito como un mamífero rumiante de gran tamaño con un cuerpo robusto, con una altura de alrededor de 120-150 cm y con aproximadamente 600 a 800 kg como peso promedio. Los mismos han sido criados por el hombre desde tiempos remotos, alrededor de 10 000 años en el Oriente Medio, seguidamente esta actividad se impulsó alrededor de todo el mundo en los siguientes años (Pecuaría, 2019).

Entre las principales razas que se crían en América podemos encontrar según su propósito podemos encontrar:

**Carne:** Clavel Alemán, Hereford, Angus, Simmental, Charolais, Chianina, Limousin, Texas Longhorn y Brahman principalmente (EcuRed, 2008).

**Leche:** Holstein, Pasiéga, Jersey, Tudanca, Normando y Simmental (EcuRed, 2008).

Este por lo general, suele pastar libremente en el sistema de ganadería extensiva. Cuando el ganado se guarda en establos, se hace ganadería intensiva. La principal fuente de alimento del ganado vacuno es el pasto. Este se obtiene en los potreros. También se les da forraje, mezclado con melaza, un subproducto del procesamiento de la caña de azúcar como método de alimentación complementario (EcuRed, 2008).

Como ya es de conocimiento de todo aquel que de una u otra forma se ha relacionado con el campo pecuario, en él también se encuentra presencia de organismos o microorganismos que se clasifican como nocivos para el ganado de crianza para explotación ya sea lechera, cárnica o doble propósito.



De manera general el ganado bovino sin importar su procedencia o propósito, siempre presenta ciertos niveles de susceptibilidad a estos organismos, mismos que están definidos según forma de afectación hacia el ganado como parásitos internos (Endoparásitos) y parásitos externos (Ectoparásitos).

Dentro de las especies más comunes de endoparásitos se encuentran nematodos gastrointestinales (*Ostertagia spp*, *Strongyloides spp*, *Trichostrongylus spp*, *Trichuris*), Nematodos pulmonares (*Dictyocaulus spp*, *Mammomonogamus spp*), Nematodos de la piel y otros órganos (*Onchocerca spp*, *Setaria labiatopapillosa*, *Thelazia spp*), Trematodos (Gusanos planos, Duelas) y Cestodos como lo son los Gusanos cinta o Tenias (Junquera, 2008).

Microorganismos que parasitan al ganado bovino alimentándose directamente desde su tracto gastro intestinal, pulmones, hígado, páncreas, vasos sanguíneos, músculos, hasta los ojos y piel del mismo (Junquera, 2008) , provocando a su vez la aparición de síntomas negativos o en casos de más gravedad enfermedades que pueden provocarles la muerte, así como: Diarreas, pérdida parcial o total del apetito, debilidad, aumento de la barriga o abdomen, anemia, tos y edemas (INATEC, 2010).

Los clasificados como parásitos externos (ectoparásitos) los que son conocidos por parasitar al animal desde fuera del organismo (Piel o capas más externas) de su huésped (Junquera, 2008), como todos los parásitos, los ectoparásitos desarrollan una relación de dependencia con su huésped, de quien se aprovechan para obtener e ingerir los nutrientes que los mantienen con vida así sea sangre o tras secreciones de la piel de sus huéspedes (Briceño, 2019).

Ocupando algunos de los principales papeles dentro de esta categoría se pueden mencionar los Insectos picadores (*Mosca Paletera*, *Mosca de Establo*, *Moscas Tsé-tsé*, *Moscas negras*, *Jejenes*, *Mosquitos*, *Tábanos*), Insectos no picadores, pero molestos (*Moscas Domesticas*, *Moscas de la cara*), Gusanneras o Miasis como el barrenador y las Miasis (Junquera, 2008).

Por último, pero siendo uno de los parásitos externos de mayor importancia económica están las garrapatas, con todas sus variedades, la garrapata por su acción chupadora produce diversos daños en los animales que parasita, así también como la transmisión de enfermedades que en ocasiones son de tipo zoonótico que están ligadas a su picadura (*Piroplasmosis, Anaplasmosis, Rickettsiosis*, entre otras), “Por otra razón, cuando las razas no han pasado su periodo de aclimatación son más vulnerables a problemas de garrapatas, en especial cuando son razas de zonas frías que se encuentran en el trópico húmedo o seco; esto causa anemias profundas relacionadas con la pérdida de sangre..” (MAG, 2001).

(Valle, 2011) manifiesta que se ha calculado que una infestación de 50 o más garrapatas hembras repletas causan una reducción anual del aumento de peso de cerca de 500 gramos por garrapata. En ganado lechero la reducción de la producción láctea anual de un animal puede ser de 200 litros o más.

Mucho más grave que estos efectos son los debidos a la transmisión de los hemoparásitos arriba mencionados que pueden causar numerosas muertes en un hato. Hay que mencionar, que tanto el estrés y el debilitamiento como la transmisión de hemoparásitos (Valle, 2011) los causan no sólo las hembras repletas –que son las que se “ven”–, sino también las larvas y ninfas –que no se “ven”– y que son de ordinario más numerosas que las adultas repletas sobre una res infestada.

A pesar de cuantiosas inversiones en la investigación y desarrollo de nuevos productos y en campañas de erradicación, las garrapatas siguen siendo una de las plagas más dañinas del ganado vacuno en Latinoamérica, África y Australia.

Su control es una materia compleja imposible de resumir en un par de reglas simples de validez universal. Una cosa relativamente sencilla es matar unas cuantas garrapatas que han aparecido sobre una res, y otra muy diferente, mucho más compleja e importante es controlar las poblaciones de garrapatas (Valle, 2011) de forma tal que los niveles de afectación se manejen por debajo de los niveles de riesgo crítico para el ganado.

Según lo reportado por Ghosh et al. (2005) las garrapatas ocasionan efectos directos e indirectos en los animales, afectando la producción ganadera. Entre los daños directos, Holdsworth et al. (2006), Duarte & Rivas et al. (2013) indican que la picadura causada por la garrapata en el animal ocasiona pérdida de sangre y podría propiciar una infección secundaria, también establecen que estos parásitos externos pueden provocar condiciones tóxicas en los animales como parálisis y toxicosis.

Kaufman (2010) refiere que las garrapatas son conocidas como vectores de una amplia gama de agentes patógenos; del mismo modo, Ren et al. (2012) y Antunes et al. (2015) indican que *R. micro plus* es una de las garrapatas de mayor relevancia por ser considerada vector de enfermedades en animales, específicamente transmite babesiosis (*Babesia bigemina* y *Babesia-bovis*) y anaplasmosis (*Anaplasma marginale* ó *Rickettsia Anaplasma-taceae*) en bovinos (Quiroz, 2000).

Por su parte, Rajput et al. (2006), Brahma et al. (2014) y Galayet al. (2015) mencionan que las garrapatas juegan un papel importante como vectores de distintos virus, helmintos, bacterias y protozoos. Por otra parte, Rajput et al. (2006) mencionan que las garrapatas al encontrarse sobre la piel y el tejido subcutáneo del huésped originan graves daños sobre los cueros, repercutiendo en la disminución de la calidad de los mismos.

Entre los efectos indirectos Jonsson et al. (2001), de Melo et al. (2006), Holdsworth et al. (2006), Reis-Menini et al. (2008), Martínez-Velazquez et al. (2011), Zeringóta et al. (2013), Brahma et al. (2014) y da Silva et al. (2014) señalan que la garrapata *R. micro plus* al alimentarse de la sangre del animal provoca inapetencia, baja conversión alimenticia, disminución en la ganancia de peso de los animales, mortalidad, problemas de fertilidad en el hato, anemia y reducción en la producción de carne y leche. Del mismo modo, Arguedas et al. (2008) y Ojeda-Chi et al. (2011) reportan que las infestaciones por ixódidos en bovinos generan cuantiosas pérdidas financieras en la producción de carne, leche y cueros (Estrada, 1990).

Las garrapatas son un parásito muy a tener en cuenta en la ganadería, sobre todo en la extensiva, pues su picadura puede transmitirle agentes patógenos al ganado. Son causa de una serie de enfermedades, englobadas bajo el término piroplasmosis, y de la anaplasmosis, que se caracterizan por síntomas como fiebre, diarrea o anemias (Giambruno, 2018).

### 3.2 Afectaciones y pérdidas en la producción.

Las pérdidas a nivel mundial por garrapatas están cerca de los 1.6 billones de dólares al año (Quiroz, 2000). Citado por Navas, (2003) señala que *Boophilus* es la garrapata de mayor importancia en México, centro América, Sudamérica y Australia para Blood y Radostiis (1992) las pérdidas económicas están representadas en el daño a las pieles que pierden valor para las industrias en la reducción de la producción de carne y leche y para Preston y Lang (1990) y la mayor perdida es en la trasmisión de enfermedades y toxinas con altos costos para su control y tratamientos de enfermedades.

### 3.3 Biología de las garrapatas

Las garrapatas pertenecen a la clase *Arachnida*, estos son artrópodos generalmente terrestres, algunas formas secundariamente acuáticas, normalmente carnívoros y depredadores, cefalotórax carente por lo general de segmentos, abdomen segmentado o insegmentados; carecen de ojos compuestos; respiración por filotráqueas, por tráqueas o mediante ambos sistemas, fecundación interna y desarrollo directo o indirecto. La Clase *Arachnida* se divide en tres principales ordenes: *Escorpiones*, *Araneae* y *Acarina* (Duarte L. , 2006).

#### 3.3.1 Orden *Scorpionidae* (Escorpiones)

Los *Scorpionida* o alacranes se reconocen fácilmente por los palpos transformados en pinzas y la "cola" o *metasoma* terminado por el telson que presenta una glándula venenosa, de hábitos carnívoros principalmente se encuentran distribuidos alrededor de casi todo el mundo, Los alacranes presentan peines en la parte ventral utilizados para localizar presas y posibles parejas, posee cuerpos segmentados (Halliday, 2000).

### 3.3.2 Orden *Arachnida* (Arañas)

El cuerpo posee dos regiones o Tagmas más o menos diferenciados, el prosoma (o cefalotórax) y el opistosoma (o abdomen). Los apéndices se insertan en el prosoma y son un par de quelíceros, junto a la boca, un par de pedipalpos, a veces muy desarrollados y cuatro pares de patas locomotoras.

Carecen de antenas, y suelen tener uno o más pares de ojos simples, en lugar de grandes ojos compuestos como los insectos. En algunos casos esos ojos son muy eficaces para su tamaño (Halliday, 2000).

### 3.3.3 Orden *Acarina* (Ácaros)

Los ácaros son artrópodos generalmente microscópicos existiendo muchas especies libres y otras tantas parásitas del hombre y de los animales. Las porciones del cuerpo están fusionadas y carecen de segmentación externa, respiración por tráqueas, fecundación interna y desarrollo externo e indirecto (Quiroz, 2000).

## 3.4 Taxonomía de las garrapatas

Reino: *animalia*

Filo: *artropoda*

Clase: *arachnida*

Sub clase: *acarina*

Orden: *oribatida*.

Súper orden: *parasitiforme*.

Orden: *ixodida*

Súper familia: *ixodoidea*

Familia: *ixodidae*

Los ixodideos (garrapatas) se clasifican en la superfamilia *ixodida*, la cual se subdivide en dos familias principalmente: *Argasidae* e *Ixodidae* (Duarte, 2006).

Familia *Argasidae*: Son garrapatas conocidas vulgarmente con el nombre de garrapatas blandas, son garrapatas de cuerpo aplanado, sin escudo dorsal, tegumento rugoso con pliegues cubiertos de tubérculos, mamelones, puntuaciones, disco o granulaciones. El capitulum se inserta en la parte antero-ventral (adultos y ninfa) y terminal en las larvas. La puesta de huevos se realiza en varias ocasiones y en pocas cantidades, aunque estas puestas puedan prolongarse durante bastante tiempo, algunas veces hasta año. Especies a considerar *Argas persicus* y *Otobios megnini*.

Familia *Ixodidae*: Son las garrapatas conocidas vulgarmente por el nombre de garrapatas duras. Entre los caracteres generales de los ixódidos que integran esta familia se destaca que el cuerpo es generalmente ovalado, aplastado y con una placa dura quitinosa, la cual cubre la parte anterior de la región dorsal de la hembra y casi toda o completamente toda la superficie dorsal del macho. Esta placa recibe el nombre de escutum o escudo. El capitulum bien desarrollado, colocado en la parte anterior del cuerpo. La basis capitulum es de forma variada, pero siempre igual para cada género o especie.

Las hembras tienen en la basis capitulum dos facetas también de tamaño y forma variada y recubierta en toda su extensión de múltiples poros los cuales reciben el nombre de área porosa de Berlese. Espiraclas situadas lateralmente y posterior a la última coxa, tarso con espolones con pulvilos o ambulacros en la extremidad libre de las patas, desove una sola vez en su vida, parásitos obligados y estacionarios.

(Quiroz, 2000).

Según estudios recientes esta superfamilia y sus diversas clasificaciones son de origen africano, pero hay estudios que revelan que las garrapatas existen desde hace mucho tiempo, aproximadamente 100 millones de años remontando los primeros registros de su existencia al periodo jurásico, los ixódidos son ectoparásitos hematófagos (se alimentan de sangre) así como vectores de numerosas enfermedades infecciosas entre las que están el tifus y la enfermedad de Lyme. Son los ácaros de mayor tamaño encontrados alrededor de los países de clima tropical (Johnson LB, 2018).

### **3.5 Características generales de las garrapatas duras**

Las garrapatas están distribuidas en áreas tropicales, subtropicales y zonas templadas, siendo las primeras regiones las que presentan una mayor diversidad de géneros y especies (Balashov, 1972).

Según su comportamiento y aspectos biológicos, las siguientes son algunas características de las garrapatas duras:

#### **3.5.1 Alimentación**

Las garrapatas duras son ectoparásitos obligados, que requieren alimentarse de fluidos tisulares y sanguíneos de forma exclusiva para desarrollarse durante todos sus estadios, por lo cual son clasificados como artrópodos hemimetábolos.

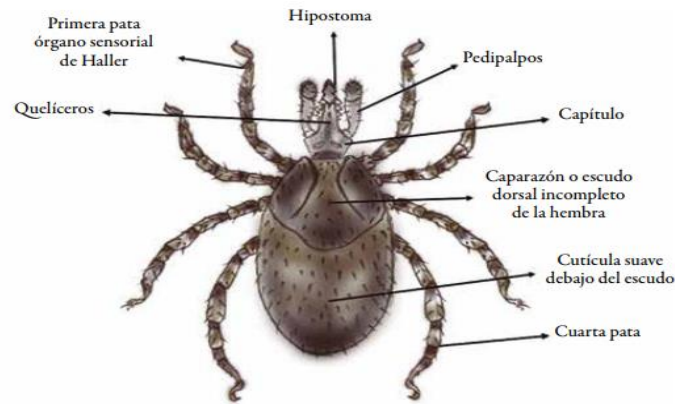
Para iniciar el proceso de alimentación, la garrapata se une al hospedador cortando su piel con unas estructuras bucales llamadas quelíceros y se ancla en el tejido con un órgano llamado hipostoma, ambas estructuras ubicadas en el capitulum o capítulo (Halliday, 2000).

El hipostoma (la parte de la garrapata que se inserta en el hospedador para su alimentación) está cubierto por quelíceros. Estos quelíceros se repliegan lentamente durante el proceso de alimentación, en un movimiento parecido a la “natación a braza”, que permite al hipostoma propulsarse al interior del hospedador. El hipostoma tiene unas proyecciones unidireccionales en forma de púas que se insertan en la piel del hospedador, lo que evita que la garrapata se pueda soltar (Alcibar, 2016).

De acuerdo con (Perez, 2009) la secuencia de eventos necesarios para una alimentación exitosa es: 1. apetencia, relacionada con la caza o búsqueda de un hospedador; 2. adherencia a la piel del hospedador; 3. exploración o búsqueda de un sitio de unión adecuado; 4. penetración de las piezas bucales en la epidermis y dermis; 5. unión al sitio de alimentación escogido; 6. ingestión de sangre y otros fluidos; 7. aumento de volumen por comidas parciales o completas de sangre, estado en el que la garrapata se considera ingurgitada;

8. desprendimiento o retirada de las piezas bucales; y 9. separación o caída de la garrapata del hospedador (Ríos, 2015).

**Ilustración N°. 1:** *Anatomía general de la garrapata*



Fuente: Ectoparásitos, características, tipos y ejemplos (2019).

La saliva de la garrapata contiene muchas enzimas y proteínas que facilitan el proceso de alimentación, con propiedades anestésicas y anticoagulantes. Algunas garrapatas también liberan un componente con propiedades aglutinantes (similar al cemento) que ayuda a unirse al hospedador firmemente, haciendo que su extracción sea más compleja. Mientras las garrapatas se están alimentando, los patógenos que puedan albergar pasarán al hospedador a través de la saliva (Alcibar, 2016).

Las garrapatas presentan, a su vez, tres patrones de alimentación, que varían de acuerdo con el número de hospedadores utilizados como fuente de alimento durante su ciclo de vida. Este patrón de alimentación es dependiente de la especie de garrapata involucrada; de acuerdo a esto, se encuentran garrapatas de uno, dos y tres hospedadores. Por lo que la alimentación está estrechamente relacionada con la reproducción (Ríos, 2015).



### **3.5.2 Reproducción y desarrollo**

En el ciclo de vida de las garrapatas existen 4 etapas: huevos, larva (desarrollan 6 patas), ninfas (similares a las adultas, con 8 patas, pero sin madurez sexual), y adultas. Son transmisoras de agentes patógenos en cualquiera de sus períodos.

Erradica (2016) señala que cuando eclosiona el huevo, nace la larva cuyo instinto la lleva a buscar un anfitrión. Puede alojarse en perros, gatos, roedores e inclusive en seres humanos para saciar su hambre. La garrapata blanda hará una pausa en la succión en cada oportunidad de su crecimiento. Así es normal que se separe y mude de piel hasta ser una ninfa, y que luego repita el proceso para transformarse en adulta.

Todas las garrapatas tienen diversas fases de desarrollo. Los inmaduros (larvas y ninfas) son estadios de desarrollo que aparecen antes de los adultos. Las larvas eclosionan de los huevos y tienen un aspecto que puede ser observado solamente a través del microscopio, por su pequeño tamaño. Superficialmente recuerdan de forma general a los adultos, pero solamente tienen tres pares de patas y carecen de placas espiraculares.

Según Junquera (2017) las especies, el tamaño de las garrapatas adultas (no repletas de sangre) varía entre unos 0,5 y 1 cm. Las larvas y ninfas son bastante más pequeñas. Su anatomía difiere notablemente de la de los insectos. Han perdido todo indicio de segmentación y carecen de una cabeza propiamente dicha y de antenas.

En su lugar poseen dos pares de apéndices, los quelíceros y los pedipalpos, asociados con una boca bastante pequeña. En las garrapatas y en los ácaros de la sarna, los quelíceros están adaptados para perforar y desgarrar la piel del hospedador.

Disposición del huevo: Nacen de huevos en forma de larvas y buscan lugares altos para saltar sobre sus víctimas, generalmente animales pequeños. Una vez se pegan a la piel y succionan sangre, se transforman en ninfas, que buscan animales aún más grandes para repetir el proceso y convertirse en garrapatas adultas.

En este último estadio evolutivo es cuando las garrapatas se reproducen entre ellas (aunque algunas pueden auto clonarse) mientras repiten, por última vez, el proceso de absorción de sangre en animales muy grandes (venados, vacas, perros de gran tamaño) e incluso en humanos (Riquelmez, 2018).

En tan solo una semana, una garrapata adherida a la piel de un ser vivo puede aumentar cuatro veces su tamaño y cien veces su peso. Una vez despegadas, ponen sus huevos.

Una garrapata adulta puede poner entre tres mil y cuatro mil huevos. Todo este ciclo biológico puede durar dos meses, aunque hay casos en los que han sobrevivido 900 días.

Un mito muy extendido es que las garrapatas pueden poner huevos en los lugares donde se adhieren, como la piel de las mascotas. Sin embargo, esto es completamente falso. Aunque pueden llegar a transmitir enfermedades mortales, no ponen huevos dentro de la piel. Sí pueden emplazar sus huevos en jardines, alfombras y otros lugares cercanos a la vida humana.

(Erradica, 2016)

Forma general de los adultos, con cuatro pares de patas y la presencia de placas espirales, localizadas exactamente por detrás de la inserción del cuarto par de patas. El espiráculo se abre aproximadamente en el centro de cada placa, y por ese poro se realiza el intercambio gaseoso. Los machos de los distintos géneros suelen tener esclerotizada la cara ventral del cuerpo, aunque algunos de ellos solamente ostentan algunas placas quitinizadas, cerca del ano.

En el centro de la cara ventral se encuentra el orificio o poro genital. Los estadios inmaduros (larvas y ninfas) se parecen superficialmente a los adultos, pero no tienen poro genital, ni áreas porosas ni glándulas foveales (órganos que se observan únicamente en los estadios adultos). Respecto a los argásidos, las estructuras típicas de su morfología externa no aparecen en sus larvas.

(Castellane, 2010).

Debido a su diferente ciclo vital, los *argásidos* tienen una sola fase de larva, pero varias fases de ninfa, que pueden oscilar entre 3 y 11. El número de ninfas está regulado por la frecuencia de las ingestas de sangre y su cantidad total.

La muda final de ninfa a adulto, en el caso de los *argásidos*, está regulada por un tamaño crítico que permita esa muda. Las ninfas aumentan progresivamente su tamaño conforme mudan a un estado ninfal posterior, pero este detalle tiene una gran variabilidad (Pardo, 2005).

En los *argásidos*, es imposible conocer de qué estadio ninfal se trata simplemente por el tamaño o por otros detalles morfológicos. Las ninfas son semejantes a los adultos, con la única excepción de la ausencia del poro genital.

Todas las demás estructuras externas características de los adultos están presentes y crecen progresivamente conforme se van produciendo las mudas a estadios ninfales consecutivos. (Castellane, 2010).

Los patrones de desarrollo de las garrapatas, tanto en Ixodidae como en Argasidae, son remarcablemente similares, aunque ambas familias tienen un ciclo vital diferente, debido a las especiales adaptaciones al entorno y al ayuno que tienen ambas familias.

Todas las garrapatas tienen cuatro estadios, incluyendo el huevo embrionado, y tres estadios activos, conocidos como larva, ninfa y adulto (Dantas&Torres F, 2012). En la mayor parte de las especies, cada estadio activo busca a un hospedador, se alimenta, y cae el suelo para llevar a cabo el desarrollo al estadio siguiente. El ciclo vital de los ixódidos es muy uniforme para casi todas las especies de la familia. Las hembras se alimentan lentamente, ingiriendo en algunas ocasiones hasta 100 veces su peso en sangre. Esta fase de alimentación lenta puede durar hasta semanas, aunque en condiciones normales no se extiende más allá de 6-9 días (Polanco, 2015).

Después de la fecundación, que se produce sobre el hospedador excepto en las especies del género *Ixodes*, las hembras terminan su repleción de sangre de forma muy rápida, caen del hospedador y comienzan la puesta de huevos en algún lugar del ambiente que les proporcione protección contras las inclemencias del clima (Pardo, 2005).

Estos lugares pueden encontrarse bajo el mantillo o el musgo en un bosque o en grietas de la pared de las construcciones humanas, como perreras o establos. Una hembra de garrapata puede poner un número variable de huevos, en función de la especie, la cantidad de sangre que ha ingerido y el clima. Una mayor cantidad de sangre ingerida implica una mayor conversión de energía neta en la producción de huevos.

La temperatura alta permite que la puesta de huevos sea más rápida, mientras que una humedad relativa alta permite una supervivencia más prolongada de las hembras en oviposición.

La cantidad de huevos puestos oscila entre unos 1.500 y 16.000, los primeros producidos por hembras del género *Ixodes*, los segundos por hembras de los géneros *Hyalomma* o *Amblyomma*. El récord absoluto hasta la fecha lo ostenta una hembra de *Amblyommanuttalli*, una especie africana, que llevó a cabo una puesta de 22.891 huevos. La puesta de huevos no es uniforme (Polanco, 2015).

Tras un breve periodo en el que la hembra se prepara para la puesta, la mayor parte de los huevos (hasta un 80-90%) es puesta en los primeros 10-15 días. Tras esta fase de alta productividad sigue una larga fase de varias semanas en las que la hembra apenas pone unos pocos cientos más de huevos. Tras la puesta de huevos, la hembra muere. Una hembra de ixódido no tiene más que un solo ciclo gonotrófico, es decir, solamente se alimenta una vez y solamente pone huevos una vez. Por ello, las cantidades de huevos son muy altas, porque no existe más que un solo periodo reproductivo (Pardo, 2005).

Después de la puesta de huevos, la temperatura acumulada provoca su desarrollo en un periodo variable de tiempo, que es variable en función de la especie y de la temperatura ambiental. En algunas especies o en zonas tropicales, la incubación de los huevos se produce en tan solo unos días. En otras especies, o en entornos fríos, puede tardar varios meses. Según Polanco (2015) las larvas que eclosionan de esos huevos comienzan un periodo de búsqueda activa del hospedador, se alimentan durante algunos días y realizan la muda, de nuevo en el suelo y en entornos protegidos, a la siguiente fase del ciclo, la ninfa.

La ninfa se alimenta durante varios días en un nuevo hospedador, cae al suelo para mudar, busca activamente un tercer hospedador, y tras la muda aparecen los estadios adultos.

Como se ha mencionado, la fecundación en las especies del género *Ixodes* se produce en el suelo, antes de que los adultos suban nuevamente a un último hospedador en su ciclo vital. Algunos machos de estas especies no son capaces de alimentarse debido a que sus piezas bucales están muy atrofiadas.

Por ello, completan la producción de esperma durante la muda desde las ninfas hasta el adulto y son capaces de fecundar a las hembras antes de la alimentación como adultos.

(Quiroz, 2000)

Algunos *ixódidos* han desarrollado un patrón de ciclo que implica que tanto la larva como la ninfa se alimentan sobre el mismo hospedador, sin caer al suelo para mudar, efectuando este proceso de desarrollo mientras permanecen prendidas al hospedador. Se conocen de forma general como garrapatas de dos hospedadores. Aún existe una modificación más drástica de este ciclo vital, que se observa en unas pocas especies de garrapatas del subgénero *Boophilus*, que afectan normalmente al ganado vacuno y a los ungulados silvestres (Halliday, 2000) ninfales. Este hecho no depende solamente de la especie, sino que las circunstancias ambientales e incluso la abundancia de sus hospedadores, condicionan la aparición de un mayor o menor número de fases ninfales.

Los *argásidos* suelen ser garrapatas que viven en las madrigueras o en los nidos de sus hospedadores (Dantas&Torres F, 2012).

Ello implica que, durante largos periodos de tiempo, esas madrigueras pueden estar vacías, por ejemplo, porque los vertebrados las utilizan tan solo para la reproducción y durante el resto del año no residen en ellas. Por ello, los argásidos han desarrollado una estrategia que implica una alimentación muy rápida, ingiriendo una pequeña cantidad de sangre, en un corto espacio de tiempo. Con excepción de las larvas de algunas especies, que pueden permanecer ingiriendo sangre durante días, la mayor parte de los argásidos ingieren sangre durante no más de unos 60 minutos (Estrada, 2015).

De esta forma, el volumen de sangre ingerido es un factor de importancia en la muda que van a realizar los *argásidos*. Si la cantidad de sangre es fisiológicamente adecuada para el parásito, tras unas pocas fases de ninfa aparecerán los estadios adultos.

Si la garrapata ingiere poca sangre (porque los hospedadores se pueden rascar y retirar las garrapatas) o porque los hospedadores de los que se nutren no tienen las características bioquímicas apropiadas para que la sangre sea considerada como “adecuada”, las fases de ninfa se prolongan en el tiempo, hasta que la garrapata acumula la energía suficiente para desarrollar sus órganos reproductivos y convertirse en adulto.

Se ha comprobado en repetidas ocasiones que las ninfas más pequeñas dan lugar exclusivamente a machos, mientras que las más grandes (cuyo peso es exclusivamente una función de la sangre que han ingerido) producen casi siempre hembras.

Aunque las causas reales detrás de este fenómeno no se han investigado, la evidencia sugiere que la mayor calidad y cantidad de sangre sería capaz de determinar el sexo del individuo adulto, a pesar de sus características genéticas y la determinación cromosómica de su sexo. En los *argásidos*, el paso por tal número de fases ninfa hace que el transcurso de una sola generación de garrapatas sea extraordinariamente largo. Además, la mayor parte de las especies de *argásidos* son capaces de resistir sin alimentarse durante años, una estrategia desarrollada para sobrevivir en entornos en los que el paso de hospedadores apropiados es escaso.

Es decir, cada hembra puede ser fecundada y puede poner huevos varias veces en su vida. Normalmente, las hembras ponen los huevos en pequeños grupos, de no más de 50-70 huevos, entre la tierra, para que las larvas estén próximas a sus hospedadores tras la eclosión de los huevos. Esta estrategia de varios ciclos gonotróficos, unida a que las larvas de los *argásidos* son los únicos estadios que se alimentan durante días, hace que la progenie de los *argásidos* se disperse lentamente desde la población original.

(Estrada, 2015).

### 3.5.2 Ciclo de vida

Quiroz (2000) afirma que para poder llegar comprender más formas adecuadas de control de las garrapatas se estudiar su ciclo de vida el cual presenta los siguientes estadios evolutivos: huevo, larva, ninfa y adulto.

Las garrapatas pasan por una metamorfosis. Según las especies, las garrapatas adultas tienen un tamaño entre 0,5 y 1 cm. Las larvas se asemejan a los adultos, pero son menores y tienen sólo 3 pares de patas. Las larvas mudan a ninfas, que tienen ya 4 pares de patas, pero carecen de órganos sexuales. Las ninfas se desarrollan a adultos a través de varios estadios ninfales. Los adultos machos son mucho menores que las hembras. Según las especies, el ciclo vital dura entre pocas semanas y más de un año.

Las hembras de los ixódidos chupan sangre una sola vez. Cuando están repletas se desprenden del huésped, caen al suelo, ponen varios miles de huevos y mueren. Las larvas se suben a las hierbas o arbustos donde esperan el paso de algún hospedador adecuado.

En los ixódidos, según que el desarrollo de larva a adulto ocurra en el mismo o en varios hospedadores distintos, se distinguen garrapatas de 1, 2 o 3 hospedadores.

#### 3.5.2.1 *Las garrapatas de 1 hospedador (Monoxema)*

Completan todo su desarrollo sobre el mismo hospedador. Por lo tanto, la larva, que sale de los huevos puestos en el suelo por las hembras, es el único estadio libre en los pastos o bosques. Es el estadio infectivo, es decir, el que es capaz de reinfestar a otros hospedadores (ver anexo N°15).

#### 3.5.2.2 *En las garrapatas de 2 hospedadores (Dixeno)*

Las larvas que tras su eclosión han subido a un hospedador, se desprenden de él tras chupar sangre, caen al suelo y mudan a ninfas. Tras la muda se fijan a otro hospedador en el que completan su desarrollo a adultos. Por lo tanto, larvas y ninfas son los estadios infectivos, libres en los pastos (ver anexo 16).

### 3.5.2.3 *En las garrapatas de 3 huéspedes (Trixeno)*

También las ninfas se desprenden del hospedador, caen al suelo, mudan a adultos y se fijan después a otro hospedador. Todos los estadios son por lo tanto libres e infectivos. Mientras están fuera del hospedador, las garrapatas, en todos sus estadios no se alimentan. Según las especies y las condiciones climáticas pueden sobrevivir en los pastos sin alimentarse entre pocos meses y más de un año (Ver anexo 17).

En el bovino el tiempo promedio de vida de la garrapata es de unos 21,5 días, tiempo en el cual la larva inicia su alimentación hasta alcanzar su fase adulta para luego, la mayoría de las hembras repletas de sangre, se desprenden del animal.

Se puede decir que: después de producida la cópula y fecundación de las garrapatas, la hembra inicia su alimentación final hasta repletarse completamente de sangre. Esta actividad ocurre principalmente durante la noche para luego desprenderse del animal en horas de la mañana y continuar su ciclo en el suelo.

Una vez que la hembra repleta de huevos (teleogina) ha caído al suelo, se inicia la fase del ciclo fuera del hospedador. La primera fase es denominada pre-ovoposición, luego sigue la ovoposición de aproximadamente 2.500 huevos por hembra, muriendo la hembra al finalizar la postura. Continúa luego la incubación de estos huevos y posteriormente el nacimiento de las larvas.

El tiempo promedio que ocurre desde la caída de las hembras repletas o teleoginas hasta la eclosión de las larvas es de aproximadamente 30 días. Una vez que las larvas están en el medio ambiente, comienza lo que se denomina maduración de la larva que no es más que la obtención del estado fisiológico óptimo para parasitar al hospedador y que lo alcanza en unos 4 a 7 días después de la eclosión (Junquera, 2017).



Las larvas comienzan a trepar las hojas de los pastos para esperar allí al hospedador. Esta operación la hacen especialmente en horas de la mañana cuando aún la temperatura está fresca y en menor grado por la tarde. Durante las horas de calor las larvas descienden a lugares del pasto protegidos de la luz solar y con suficiente humedad. Las larvas pueden permanecer en el medio ambiente esperando un hospedador durante un tiempo promedio de 60 a 70 días (Teles, 2019).

### 3.6 Clasificación de las garrapatas

Existen aproximadamente 50,000 especies de garrapatas y solo se ha descrito el 10 % (893) de ellas (Halliday, 2000); que corresponden a diversos géneros en la familia *Ixodida* los géneros *Ixodidae* (701 spp.), *Argasidae* (191 spp.) y una sola especie de la familia *Nuttalliellidae*. En la actualidad dentro de los límites fronterizos de Nicaragua las especies catalogadas son pertenecientes a la familia *Ixodidae* de las especies *Boophilus microplus* y *Amblioma Canjennense* (Alvarado, 2010). Estas especies siendo también las principales responsables de las afectaciones al ganado que se cría en el país sin hacer distinción de raza, edad, sexo o color.

Existen dos familias de garrapatas muy diferenciadas que toman el papel protagónico en las infestaciones existentes en América latina, estas se exponen a continuación:

#### 3.6.1 Garrapatas duras (*ixodidae*) & Garrapatas blandas (*argasidae*)

Si bien ambos tipos poseen características taxonómicas en común, del mismo modo poseen detalles en los cuales difieren y que las hacen subdividirse en las dos familias que se mencionan anteriormente, entre las características compartidas se pueden mencionar que pasan por cuatro fases a lo largo de todo su desarrollo (huevo, larva, ninfa y adulto) poseen 8 patas en sus estadios adultos, se alimentan totalmente de sangre (mediante un hipostoma), la ovoposición se da fuera del hospedador, poseen mecanismo de fecundación interna, parasitan animales tanto de sangre caliente como de sangre fría, (Barandika&Félix, 2010).

Sin embargo, como se mencionaba, también se encuentran diferencias bien marcadas entre ambas, por ejemplo, las garrapatas duras (*ixodidae*) poseen un escudo protector duro en la parte dorsal del cuerpo y la parte anterior, en general están más tiempo unidas al hospedador que las garrapatas blandas, pudiendo alimentarse durante varios días, hasta que se desprenden para pasar al estadio siguiente (Briceño, 2019).

Por otra parte, se denomina garrapatas blandas (*argasidae*) a las que carecen de dicho “escudo”, generalmente tienen más estadios de ninfa que las garrapatas duras y en cada uno de ellos se alimentarán de un hospedador distinto, en el que sólo permanecen el tiempo que dura la alimentación. Por esta razón, las garrapatas duras pican a múltiples hospedadores a lo largo de su vida.

Las fases libres de la garrapata son un riesgo para la supervivencia de esta, teniendo como limitante el encuentro de un huésped al azar y la posibilidad de encontrarlo dependerá de los factores ecológicos y del comportamiento (etiología) de los huéspedes disponibles en el micro hábitat.

(Lapage, 1979).

### **3.6.3 Aspectos ecológicos de las garrapatas duras**

A partir de la literatura científica se encuentran descritos diferentes aspectos biológicos de las garrapatas duras relacionados con la clasificación taxonómica, las características generales morfológicas, sus formas de alimentación, los procesos de ovoposición de acuerdo con la especie, el tiempo de vida y la resistencia a factores externos y las estrategias de búsqueda de sus hospedadores.

Igualmente, se encuentran descritas las diferencias biológicas entre los diferentes ciclos de vida de las garrapatas dependiendo de su número de hospedadores (Ríos, 2015).

### **3.7 Acciones Patógenas**

#### **3.7.1 Acción patógena expoliatrix**

Todas las garrapatas son hematófagas desde su estado larval hasta su estado de imago, por lo cual la anemia y las consecuencias de la misma constituyen un síntoma casi constante.

#### **3.7.2 Acción patógena mecánica**

Todas las especies de garrapatas que se adhieren a la piel de los animales producen traumatismo al introducir su haustellum en dicho órgano. Su secreción salival impide la coagulación de la sangre por una toxina y la presencia del haustellum en los tejidos provoca infiltración inflamatoria de los tejidos perivasculares del corion, hiperemia local, edema y hemorragia, junto con engrosamiento del estrato corneo, produciéndose una acción mecánica en dicha lesión.

(Españes, 1983).

#### **3.7.3 Acción patógena tóxica**

Todas las garrapatas emiten una toxina anticoagulante con su saliva permitiendo de esta manera que la sangre fluya sin coagulante llegando en esta forma al intestino medio de ella. Estas toxinas pueden provocar parálisis en ovejas, perros y hasta en animales mayores. Tiene manifestaciones más graves aun mortales cuando la garrapata inyecta su toxina en lugares cercanos a la base del cerebro o a la médula espinal. Los síntomas son una toxemia generalizada, con 40°C de temperatura, parálisis flácida rápidamente ascendente, disfagia, disnea y muerte. La toxina más concentrada es la producida por una garrapata hembra adulta.

#### **3.7.4 Acción patógena necrótica**

Todas las garrapatas con su haustellum al introducirlo en la piel originan una necrosis por lisis del tejido al provocar la infiltración inflamatoria quedando posteriormente en el lugar lesiones cicatrízales permanentes.

### **3.7.5 Acción traumática**

Esta acción patógena también es originada por todas las garrapatas con su órgano de fijación y sus uñas. Al abandonar el hospedero los ixódidos, dejan una lesión en la piel la cual se cicatriza posteriormente dando lugar a una merma en el valor de los cueros que puedan llegar a una depreciación de los mismos hasta de un 50%.

### **3.7.6 Acción vectora**

Las garrapatas tienen una importancia considerable tanto en medicina veterinaria como en medicina humana por su acción patógena vectora como inoculadores biológicos de varias enfermedades. (Españes, 1983).

## **3.8 Medidas para el control de garrapatas**

Prevención en los hatos ganaderos: Las condiciones ambientales son las que propician el desarrollo del parásito y a los tratamientos existentes para parar los síntomas.

### **3.8.1 Prevención**

Para el control de la garrapata en animales bovinos, se utilizan ciertos productos químicos o insecticidas, tales como los fosforados, piretroides y el Fipronil® entre otros tratamientos.

“Dependiendo de la marca, hay algunos productos que tienen un poder residual muy breve de 1, 2 días y hay otros que son más prolongados y duran hasta 122 días”. (Mangold, 2007)

Muchas veces se le resta importancia a la realización de estudios que midan el efecto acumulativo de las dosis, ya que por lo general la droga se aplica más de una vez. “Todos los garrapaticidas tienen restricción para el consumo después de su uso. Además de eso, se debería medir el efecto acumulativo, debido a que hay que hacer más de un tratamiento para lograr un control estratégico” (Mangold, 2007).

### 3.9 Control de garrapatas en el ganado bovino.

El control de garrapatas (CG) consiste en la asociación del medio ambiente y la dinámica de población de las especies de plagas, utilizando una combinación de técnicas y métodos sustentables que sean compatibles y que mantengan niveles bajos de las poblaciones de plagas que causan pérdidas económicas (Rodríguez-Vivas *et al.* 2011).

Este manejo combina adecuadamente varias herramientas de control a efectos de desestabilizar la formación de aquellas poblaciones con mayor proporción de individuos genéticamente resistentes, manteniendo un nivel adecuado de producción (Solari *et al.* 2007).

El CG generalmente se asocia a una drástica disminución de la frecuencia de tratamientos. Para prevenir y manejar la resistencia, no sólo es suficiente disminuir la dependencia a los ixodicidas, sino también utilizarlos en épocas/momentos/animales de tal forma que no aumenten la presión de selección genética (Rodríguez-Vivas *et al.* 2005).

#### 3.9.1 Tipos de control

##### 3.9.1.1 Control químico

El uso de productos acaricidas que matan a la garrapata en la etapa de vida parasitaria es el medio de lucha más difundido en el mundo. Está basado en el conocimiento del ciclo biológico del parásito y tratar de evitar que las formas parasitarias lleguen al estado de teleogina, previniendo su caída al suelo, y de esa manera evitar que haya reinfestación de la pastura por larvas.

El ciclo biológico en el vacuno se completa en un periodo promedio de 22 a 23 días. Teóricamente, utilizando una acaricida eficaz (99%) cada 21 días, evitaríamos la presencia del *B. microplus* con capacidad reproductiva, logrando un control adecuado con tratamientos de rutina.

(Cardozo, 1995).

Sin embargo, la aplicación de estos baños busca controlar directamente sobre el animal la población de ectoparásitos, teniendo en cuenta que la erradicación del ácaro no es el objetivo primordial de esta actividad, sino el mantenimiento de la estabilidad enzoótica para hemoparásitos. Por esta razón no se debe pretender que los bovinos permanezcan completamente libres de garrapatas sino más bien tratar de mantener en niveles bajos su presentación (Rivera, 1996).

La escogencia del producto a utilizar debe tener en cuenta el principio activo, tanto del baño que se empleó anteriormente como del nuevo; esto es necesario para realizar una adecuada rotación de compuestos, en forma tal que no se incurra en la sobreutilización o subutilización de un producto. Se recomienda cambiar de principio activo cada cierto período de tiempo (de 4 a 6 meses).

El aumento del número de baños conlleva a un aumento de la presión de selección, sobreviviendo los individuos más resistentes, obligando a utilizar concentraciones cada vez más altas. Mientras que, si la concentración es inferior a la dosis efectiva, permite que el ectoparásito desarrolle mecanismos de quimio-resistencia hacia dicha sustancia (Parra, 1999).

Los productos más empleados son líquidos concentrados que contienen un principio activo contra el parásito pero que además tienen en su fórmula sustancias emulsionantes, solventes y humectantes que juegan un rol muy importante en la calidad del producto. Los principios activos más usados en la lucha contra las garrapatas han sido: organoclorados, organofosforados, carbamatos, amidinas y piretroides sintéticos (Rivera, 1996).

### **3.9.1.2 Control biológico**

El uso de productos acaricidas que matan a la garrapata en la etapa de vida parasitaria es el medio de lucha más difundido en el mundo. Está basado en el conocimiento del ciclo biológico del parásito y tratar de evitar que las formas parasitarias lleguen al estado de teogina, previniendo su caída al suelo, y de esa manera evitar que haya reinfestación de la pastura por larvas.

### 3.9.1.3 Control genético

Este método se basa en la utilización de razas que muestran más resistencia a las garrapatas. En términos generales se puede definir como la aptitud del huésped para imponer limitaciones sobre el parásito en cualquier etapa de su relación (Parra, 1999).

De igual forma Cardozo y Franchi (Cardozo, 1995) la definen como la capacidad del huésped para limitar el número de garrapatas que alcanzan el estadio adulto.

La resistencia es adquirida como respuesta al ataque de garrapatas y dura toda la vida. Aumenta con la densidad de garrapatas y es hereditaria. Los terneros que nacen de madres resistentes están protegidos hasta el destete.

Es posible desarrollar rebaños resistentes del *Bos Taurus* a partir de individuos excepcionalmente resistentes, pero se necesita muchos años para lograrse. La resistencia puede conseguirse más rápidamente a partir de entrecruzamientos con bovinos *Bos indicus*. En general se considera que se requiere de un 50 % de sangre de *Bos indicus* para lograr una resistencia adecuada (Rivera, 1996).

La alta mortalidad de garrapatas que se da durante el ciclo parasitario oscila entre el 30% y 40% en vacunos *Bos Taurus* altamente susceptibles al *B. microplus*.

La muerte de las garrapatas está determinada por la resistencia del huésped en que se alimenta. Los porcentajes de sobrevivencia van de 0, en animales que no son huéspedes habituales o que han desarrollado fuerte resistencia, a 40% en vacunos susceptibles (Rivera, 1996).

La mortalidad ocurre, aparentemente en las primeras 24 horas de fijadas al hospedador y en menor medida en el establecimiento de estadios evolutivos posteriores. Estos porcentajes de sobrevivencia fueron medidos en *B. microplus* en las distintas razas de vacunos y en varias condiciones (Cardozo, 1995).

#### 3.9.1.4 Control físico o natural

Se ha comprobado que *B. Microplus* en su etapa de vida libre depende en gran manera de las condiciones externas de humedad y temperatura, por lo que pastoreos intensivos, reducen la cobertura vegetal y pueden limitar la sobrevivencia de huevos y larvas. Las teleoginas que caen al suelo procuran un lugar protegido de los rayos solares para iniciar su postura.

Tiene influencia la composición del tapiz vegetal donde cae la hembra repleta para encontrar esa protección; es así que campos sucios con arbustos y malezas proporcionan condiciones favorables para que *B. Microplus* complete su ciclo biológico.

Investigaciones realizadas en Colombia determinan que la supervivencia larvaria de la garrapata fluctúa entre 30 y 60 d promedio, resultados que permiten recomendar un manejo rotacional de potreros con periodos de descanso no menos de 30 d, siendo el ideal de 45 d. (Parra, 1999).

Es importante tener en cuenta que la mejora del pasto tiene un efecto indirecto, ya que, al mejorar el estado nutricional de los animales, éstos pueden desarrollar la capacidad de soportar mayores cargas parasitarias sin pérdidas de producción (Rivera, 1996).

#### 3.9.1.5 Condiciones ambientales

Según lo reportado por Chagas et al. (2014) y De Clerk et al. (2015) *B. microplus* es una de las especies de garrapatas más ampliamente distribuidas en regiones tropicales y subtropicales del mundo, los ixódidos requieren de diversas condiciones climáticas para la proliferación o desarrollo de sus poblaciones, Cordero y Salas (2000) citan que éstas demandan de un clima óptimo con temperaturas que oscilen entre los 26 °C y 27 °C, una humedad relativa de 80 % y una vegetación abundante.



Álvarez et al. (2007) indican que en Costa Rica y Centro América preexisten las condiciones ambientales adecuadas para la proliferación de las garrapatas; no obstante, el comportamiento poblacional de esta plaga varía de acuerdo a la zona ecológica del o los países, estos mismos autores mencionan que debido a las condiciones climáticas imperantes en el territorio costarricense y centro americano se podría tener la presencia de 4.5 generaciones de *B. microplus* anualmente.

En contraste, Shyma et al. (2014) comentan que las condiciones ambientales fluctuantes por el calentamiento global, podrían desencadenar cambios en la epidemiología de las infestaciones de los ixódidos. B. Biología de la garrapata *R. micro plus* Reis-Menni et al. (2008) y Brahma et al. (2014) indican que *R. micro plus* es una garrapata con preferencia por el ganado, al respecto, Rodríguez-Vivas et al. (2013) recalcan que esta garrapata completa su fase parasitaria de su ciclo de vida en sólo un hospedero.

El ciclo de vida de *R. micro plus* se puede completar en un período de 3 a 4 semanas si las condiciones imperantes son favorables como mencionaban Flores-Fernández et al (2014). Asimismo, Barrero et al. (2011) destacan la capacidad que tiene la garrapata *R. micro plus* para sobrevivir sin alimentarse durante un período de 3 a 4 meses en época de verano y 6 meses máximo en temperaturas frías.

### 3.9.1.6 Vacunas

Actualmente se cuenta comercialmente con dos vacunas contra *R. microplus* denominadas TickGARDPLUS-® en Australia y Gavac™ en América Latina. Las vacunas contienen el antígeno Bm86 que es una glicoproteína aislada de *R. microplus* que se encuentra predominantemente en las células del intestino de la garrapata.

El gen Bm86 de *R. microplus* se expresa en los huevos pocos días después de la ovoposición, en las larvas sin alimentarse y alimentadas, ninfas y machos y hembras adultas (Perez, 2009).

Asimismo, el antígeno Bm86 ha sido expresado en los ovarios de las garrapatas adultas hembras y los estudios de silenciamiento revelan que el Bm86 juega un papel importante durante el período de alimentación y digestión de la sangre en garrapatas hembras de *R. microplus* repletas alimentadas de bovinos infectados con *Babesia bovis*.

Los anticuerpos anti-Bm86 aparentemente se unen a la superficie de las células epiteliales del intestino de la garrapata e interrumpen la endocitosis causando la lisis de las células y reduciendo los efectos de la vacuna sobre la garrapata *R. microplus* son reducciones de la capacidad reproductiva (50-90 %), del número de garrapatas repletas (20-30 %), del peso de las garrapatas (30 %) y del peso de los huevos (60-80 %), sin embargo, no produce mortalidad.

También se ha demostrado que es eficaz contra otros géneros y especies de garrapatas tales como *B. annulatus*, *B. decoloratus*, *H. anatolicum* y *H. dromedarii* (De la Fuente *et al.* 2007). Se ha sugerido que el efecto de la vacuna (Bm86) se podría incrementar con la inclusión de otros antígenos efectivos o por el uso de adyuvantes.

(Bastos, 2010).

Recientemente Cunha *et al.* (2012) probaron el antígeno rBm86-CG para el control de *R. microplus* y reportaron 31 % de eficacia para el control de esta garrapata; los autores concluyeron que este antígeno se podría emplear en una vacuna polivalente como parte de un programa integral para el control de *R. microplus*.

En un estudio controlado realizado en Brasil, Andreotti (2006) inmunizó bovinos con las vacunas TickGARDPLUS-® y Gavac™ y se expuso a los animales usando la cepa brasileña Campo Grande de *R. microplus* y encontró una eficacia de 46.4 % y 49.2 %, respectivamente. Esta variación en la eficacia de las vacunas disponibles se debe a varios factores tales como al sistema de expresión usado para la producción de la vacuna, características de la población de garrapatas a controlar, y factores del hospedero (Parizi *et al.* 2009).

Se ha sugerido que la variación en la secuencia del locus de Bm86 (> 3 % en la secuencia de aminoácidos) es una de las razones principales para que en ciertas poblaciones de *R. microplus* las vacunas comerciales tengan poca eficacia (García-García *et al.* 2000). Por otra parte, existen productos de origen natural que si están presentando resultados positivos en la tarea de controlar las infestaciones de garrapatas existentes en los hatos ganaderos donde se aplica, al igual que la incidencia de la enfermedad hemo-parasitarias a las que estas conllevan.

Este al igual que los tratamientos expuestos en este trabajo, poseen características positivas con respecto a sus efectos positivos en el control de infestaciones de garrapatas e igualmente cuando se menciona la inexistencia de efectos ambientales negativos tras las aplicaciones de estos tratamientos en la lucha por el control de las garrapatas en el ganado bovino.

No es un secreto el porcentaje de toxicidad que poseen los productos comerciales (Químicos) puestos a la venta para el control de garrapatas, ni tampoco que dicha plaga ya ha desarrollado resistencia parcial o total a la mayor parte de ellos, es aquí donde la opciones de control originadas naturalmente toman la delantera, pues además de proporcionar resultados positivos sin la contraparte concerniente a los impactos ambientales negativos, casi siempre representan una tasa de inversión menor por su realización sencilla y artesanal.

Una vez dicho esto, cabe destacar, que los tratamientos descritos dentro de este trabajo cumplen a la perfección con dichas características, sino que además por contar con más de un principio activo, hacen mucho más difícil el hecho de que las garrapatas desarrollen resistencia a alguno de ellos.

### **3.10 Tratamientos de origen Natural**

Este estudio está enfocado en la evaluación de la efectividad (acaricida) de tratamientos naturales en comparación a sus contrapartes químicos, de aquí se genera la importancia de describir cual es la definición de dicho término, bio-acaricida o acaricida de origen natural (lo que en este caso se denomina tratamiento) según Fernández (2017) se emplea para cualquier compuesto de origen vegetal, animal o mineral que una vez formulado se puede utilizar eficazmente en el control de especies de ácaros que por su naturaleza resultan ser nocivas para el ganado bovino.

Dentro de los tratamientos naturales acaricidas más comunes se encuentran, el uso de extractos provenientes de plantas medicinales y aromáticas o combinaciones de estas, en los cuales se concentran los principios activos de planta, concentrado en hojas, tallos o frutos; algunos de los más populares entre los productores por su efectividad son el uso de neem, eucalipto, zardinillo, ajo, ruda cáscara de mamey y madero negro. Sin embargo, en los últimos años algunos productores han innovado el uso del caldo sulfocálcico (inicialmente aplicado solo en la agricultura, en arroz, cacao, hortalizas y frijoles) en la ganadería, a partir de su eficiencia en la agricultura.

A continuación, describiremos las alternativas de neem, eucalipto, madero negro y caldo sulfocálcico, por la presencia de neem, y eucalipto en la zona; y la disponibilidad de cal y azufre en la zona, por lo que las tres ser alternativas son viables en el contexto territorial de Chontales.

### **3.11 Caldo Sulfocálcico**

Es una de las alternativas que cuentan con una alta viabilidad en el combate contra las garrapatas del ganado bóvido, pues ya se han demostrado sus cualidades como acaricida y fungicida en estudios realizados anteriormente con miras a sistemas agrícolas libres de pesticidas de origen químico.

Este al ser un producto de origen totalmente natural ofrece la ventaja de poseer niveles de residualidad nulos, además de no poseer impacto ambiental negativo tras su aplicación ya sea en el campo agrícola o pecuario, su elaboración figura para los criadores una inversión que representa apenas una fracción de la requerida para la obtención de los tratamientos comerciales comúnmente utilizados.

Su preparación es a base de los minerales conocidos como Cal y Azufre, estos minerales por separado poseen acciones fungicidas y acaricidas, muy conocida desde ya hace tiempo atrás (CENTA, 2017).

Propiedades que, al verse combinadas, presentan un efecto sinérgico que podría traducirse a un mejor efecto de acción sobre el ganado de crianza sea cual sea su propósito, o su método de crianza (Pastoreo o Estabulación).

La lechada de cal  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , reacciona con el azufre elemental "S", para dar un "cal de azufre" que se ha utilizado como insecticida. El ingrediente activo es Sulfuro de Calcio, cuya fórmula química es:  $\text{CaS}_x$  (CENTA, 2017).

De fácil elaboración, bajos costos para adquisición de materiales, no posee impactos ambientales negativos, sin residualidad dañina para fuentes de agua ni pastos, es un fungicida y acaricida que además de controlar las infestaciones de garrapatas y otros ácaros en el ganado bovino, podría ayudar en el control de recuperación de otras condiciones tóxicas desfavorables que el mismo pueda presentar.

Desde el lado que apreciamos sin importar el contexto, el Caldo Sulfocálcico no deja de apreciarse por sí solo como una de las mejores opciones al momento de evaluar que tratamientos tenemos a la mano que además de funcionar forma eficiente, actúan de una manera amigable con el medio ambiente.

### **3.12 Neem (*Azadirachta indica*)**

El árbol de nim (*Azadirachta indica* A. Juss., familia de las *Meliaceas*) es probablemente la especie botánica más estudiada en la actualidad, por su alta eficiencia como repelente o plaguicida y bajo efecto residual; los principios activos se encuentran en todas sus partes.

La azaridactina (del grupo de los tetraidroterpenoides conocidos como limonoides), es uno de los 2 principios biocidas más estudiados y de mayor concentración en el árbol de nim. La semilla contiene las concentraciones más altas de azaridactina.

A partir de los 3-4 años de edad un árbol produce alrededor de 50 kg al año, lo que da una idea de su potencial como fuente de sustancias biocidas. La azaridactina se considera un fitotóxico de amplio espectro, de bajo efecto residual, sin toxicidad para los seres humanos y el medio ambiente.

(Isea, 2013).

Se han aislado aproximadamente otros 24 principios activos con actividad biológica sobre artrópodos. En las semillas se han identificado además salanina, meliantriol, nimbina, nimocinolida e isonimocinolida, con probable actividad anti-alimentaria, de inhibición del crecimiento y de la oviposición. La diversidad de principios activos reduce la aparición de resistencia, por ello varios investigadores señalan la necesidad de información precisa sobre los principios químicos contenidos en los extractos de neem, su mecanismo de acción y eficacia en el control de garrapatas motivo por el cual será postulado en esta investigación.

(Isea, 2013).

En síntesis, esta planta presenta tal cantidad de principios activos que las garrapatas simplemente no cuentan con el tiempo ni la oportunidad de desarrollar resistencia a todos ellos a la vez, lo cual lo sitúa en un lugar prodigioso dentro de los acaricidas e insecticidas de origen natural utilizados en la ganadería y agricultura orgánica.

### **3.13 Eucalipto (*Eucalyptus spp*)**

Bien se ha hablado de las propiedades descongestionantes que posee algunos de los principios activos encontrados en las hojas de esta planta, así también de como su administración oral puede ayudar en el tratamiento de casos que afecten al tracto respiratorio superior en humanos (CEMAT, 2003).

Sin embargo, en muchas ocasiones se han obviado otras características que esta planta posee que son una posible solución a diversos problemas encontrados en otro campo cuya importancia puede ser equiparable a la de la salud pública, esta es mejoramiento de la salud de los hatos ganaderos criados alrededor del mundo mediante el control de las infestaciones de garrapatas que podrían estar afectando a los mismos.

Una de las características del Eucalipto que pocos conocen es la acción bacteriostática que el Eucalyptol (componente predominante de las hojas de esta planta) posee, al igual que su efecto antiinflamatorio, su acción antirreumática en cuadros de afecciones musculoesqueléticas (como los presentados en casos de desnutrición o anemia).

Por otra parte, también ha sido utilizado en estudios anteriores como tratamiento acaricida en colmenas melíferas (Hidalgo, 2011), dato que sugiere la posibilidad de que este también podría presentar una acción de control efectiva en contra de las garrapatas como miembros de la familia *Acarina* por lo tanto se ha decidido verificar esta posibilidad en este experimento.

El extracto de eucalipto, también llamado eucaliptol, es probablemente el antiséptico más poderoso de entre los aceites esenciales. Tiene gran capacidad antibacteriana, antiinflamatoria, analgésica, rubefaciente, estimulante de la supuración, insecticida, repelente y refrescante. Se dice que puede aumentar la actividad del sistema inmunológico, sobre todo de la inmunidad innata mediada por células. Se recomienda su uso en animales con parásitos externos (garrapatas y ácaros), en heridas, quemaduras, abscesos y eczemas (Shellock, 1991).

Se ha hablado de diversos efectos positivos del extracto de eucalipto hasta ahora, tanto en el control de infestaciones de garrapatas y otros ácaros, su efecto repelente no solo en garrapatas, si n o también sobre dípteros (Moscas, Mosquitos) así como de su acción terapéutica en contra de los efectos negativos y lesiones que estos causan sobre la piel de los animales que parasitan (Bandoni, 2009).

Los datos expuestos previamente también hacen del eucalipto un candidato fiable en la lucha en contra de estos ectoparásitos que han estado infestando al ganado desde el inicio de sus mismas especies.

### **3.14 Madero Negro (*Gliricidia sepium*)**

El madero negro (*Gliricidia sepium*) es un árbol perteneciente a la familia *Fabaceae*, crece bien en climas tropicales y subtropicales nativos con baja acidez y suelos de mediana fertilidad, tales como las que ocurren en América Central y las Filipinas. El árbol se cultiva con mayor frecuencia para servir como postes de cercas de facto, plantados en líneas rectas con vallas encadenan entre cada árbol. follaje de los árboles a menudo se alimenta al ganado durante los meses más calurosos.

Es una especie vegetal que posee una capacidad comprobada como insecticida y rodenticida, controlando una gran gama de insectos, En las hojas se han encontrado ácido protocatéuico (ácido 3,4 dihidroxibenzoico), incluso se ha demostrado su capacidad de control ante el tórsalo (*Dermatobia hominis*), estudios realizados por la universidad de Cornell confirman que los compuestos preparados a base del macerado de esta planta han presentado resultados positivos al ser implementados como tratamientos en el control de ectoparásitos en el ganado en general.

(DIGFINEART, 2017)

El árbol de madero al también posee propiedades antimicrobianas puede colaborar en el tratamiento de los traumas creados por los ectoparásitos que afectan de forma directa el ganado en general debido a sus hábitos de alimentación, estos son solamente algunos de los motivos por los cuales se consideró a este como un candidato que podría ser una herramienta muy útil en lucha que se libra en contra de las garrapatas y demás ectoparásitos que afectan al ganado y a su vez ocasionan un porcentaje de disminución importante en los productos derivados de la explotación ganadera, si a esto se añade la facilidad de su obtención y los reducidos costos de procesamiento de sus compuestos y lo más importante, su carencia de efectos ambientales negativos es fácil llegar a la conclusión que cuenta con suficientes cualidades para ser tomado en cuenta.



## **IV. HIPÓTESIS**

### **Hipótesis de Estudio**

### **Hipótesis Alternativa**

- El nivel de presencia de garrapatas ha disminuido al menos un 60% con la aplicación del T3 (caldo sulfocálcico + Neem + Madero Negro + Eucalipto) de los productos de origen natural, presentando efectos comparables o mejores que los demás tratamientos.

### **Hipótesis Nula**

- El nivel de presencia de garrapatas no ha disminuido ni un 60% con la aplicación del T3 (caldo sulfocálcico + Neem + Madero Negro + Eucalipto) de los productos de origen natural, presentando efectos comparables o mejores que los demás tratamientos.

## **V. Materiales y métodos**

### **5.1 Área de estudio**

La Estación Biológica (EB) se ubica aproximadamente a unos 12 Kilómetros al Oeste de la ciudad de Juigalpa, en la meseta de Hato Grande, municipio de Juigalpa, ubicado en la cuenca del Lago de Nicaragua a los 12006´Latitud Norte 85022´Longitud Oeste, en la porción central del Departamento de Chontales. Su altitud promedio es de 116.85msnm. Presenta un clima de sabana tropical siendo cálido y seco.

El relieve del terreno es escarpado, con pendientes pronunciadas, producto de ello existen cárcavas que nacen de las escorrentías y de los 3 ojos de agua que nacen en la parte alta. También existe un bosque tropical joven en buen estado de conservación. La fuente de agua ubicada a una distancia aproximada de 1.5 Km., es una microcuenca que en los últimos años ha mantenido un caudal estable.

### **5.2 Tipo de estudio**

De acuerdo con Fernández (2001), el tipo de estudio es experimental, según periodo y secuencia de estudio es transversal (Ortega 2009), desde el punto de vista de la ocurrencia de hechos y registro de la información es de enfoque prospectivo (Polanco 2012).

### **5.3 Diseño experimental**

En el trabajo experimental se efectuó en la E.B.F.G.P mediante un diseño completo al azar (D.C.A) el que se conformó por un lote de 20 bovinos divididos en 4 grupos (contando el grupo control), cada grupo formado por 5 animales elegidos al azar (siendo edad sexo, color, raza, rasgos indistintos) en los cuales se realizó una sola aplicación de los tratamientos a utilizar.

### 5.3.1 Tratamientos a evaluar:

Tratamiento 1: Caldo Sulfocálcico – Eucalipto.

Tratamiento 2: Caldo Sulfocálcico – Neem - Madero.

Tratamiento 3: Caldo Sulfocálcico – Neem- Madero – Eucalipto.

Tratamiento 4: ASUNTOL® 20 % (Grupo Control).

### 5.3.2 Modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Dónde:

$X_{ij}$  = Observación correspondiente a las variables.

$\mu$  = Media general de las variables evaluadas.

$\tau_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo de los tres tratamientos sobre las variables evaluadas.

$\varepsilon_{ij}$  = Variación causada por todos los factores no estudiados (error experimental).

### 5.3.3 Variables a medir

Con el fin de evaluar los márgenes de efectividad de los tratamientos aplicados (contando en grupo control), se realizarán conteos posteriores en campo de las garrapatas existentes en los bovinos tomados como sujetos de estudio con una periodicidad de 5 días entre cada uno, cuantificando la cantidad de garrapatas por individuo y región anatómica donde estas se encuentren, dichos conteos serán realizados a los 0, 5, 10, 15, 20, 25 y 30 días para cada uno de los tratamientos.

- Incidencia inicial y final de infestación de garrapatas.
- Cantidad de garrapatas por área anatómica (Orejas, Tabla, Laterales. Vientre, Extremidades, Base de Cola).
- Efectividad de tratamientos.
- Valoración de costos por tratamiento (Costos de Obtención de Insumos y materiales).

#### **5.3.4 Análisis estadístico:**

Los datos cuantitativos obtenidos mediante un diseño completo al azar fueron analizados por análisis de varianza realizado mediante el programa de análisis matemático Excel 2019, puesto que se busca encontrar si entre los diferentes tratamientos aplicados surgirán diferencias significativas con respecto a su efectividad, o que si por el contrario sus medias no difieren (Fisher 1930).

Por otra parte, la recolección de datos de otro origen (no estadístico) acerca de los bovinos a tratar serán obtenidos mediante consulta directa con el personal a cargo de la Estación Biológica “Francisco Guzmán Pasos” y por consiguiente del ganado con el que se experimentó.

#### **5.6 Procedimiento**

Para conocer datos como edad, calendarios de aplicación de baños, productos utilizados para baño, edad promedio de los animales del hato, intervalos de tiempo entre cada baño, horarios y técnica de baño, dosis de producto utilizado por animal, tiempo de acción repelente el baño, etc. y observaciones acerca de incidencia de garrapatas en el hato, se efectuó una entrevista con los encargados de manejo del ganado bovino, así como comprobación insitu de la información complementaria, todo dato recabado fue registrado mediante hojas de recolección de datos.

Posteriormente se procedió a la preparación de los compuestos que serían utilizados como tratamientos de origen natural (Caldo Sulfocálcico + extractos naturales).

Una vez realizado este proceso, se avanzó a la siguiente etapa (conteo inicial y aplicación de los tratamientos sobre los bovinos campo, así como el tratamiento químico que fue tomado como grupo control).

Durante el primer día del estudio en campo se realizó la construcción de los 4 grupos por los cuales se constituyó el experimento, cada uno conformado por cinco individuos (pertenecientes a la especie bovina; sin distinción particular de sexo, edad, color o raza) a los que se asignará un tratamiento (Producto de origen natural, a excepción del grupo control) con la intención de evaluar sus efectos en el control de garrapatas.

Los tratamientos antes mencionados: Caldo Sulfocálcico – Ext. Neem (*Azadirachta indica*) – Ext Madero (*Gliricidia sepium*); Caldo Sulfocálcico - Ext. Eucalipto (*Eucalyptus spp*), Caldo Sulfocálcico – Ext, Neem (*Azadirachta indica*) - Ext Madero (*Gliricidia sepium*) - Ext. Eucalipto (*Eucalyptus spp*), como tratamiento a cargo del grupo control se utilizará un producto de utilización comercial llamado ASUNTOL® de BAYER.

Posterior a la aplicación de los tratamientos se procedió a realizar 7 conteos posteriores con intervalos de ocurrencia de 5 días, esto con la finalidad de determinar la incidencia de garrapatas existentes sobre el ganado tratado, realizándose con rigurosidad. el conteo correspondiente a cada área anatómica con una tabla de recolección de datos (Ver anexo N°7), a fin de evaluar paso a paso la efectividad de cada uno de los compuestos aplicados.

## **5.7 Procedimiento para la elaboración de tratamientos orgánicos.**

Para la preparación de los tratamientos se requiere inversiones mínimas pues todos son elaborados con productos de origen natural que fácilmente pueden ser encontrados en campo, o bien, pueden obtenerse sin tanta dificultad.

### **5.7.1 Caldo Sulfocálcico**

Colocar los diez litros de agua en el caldero a fuego fuerte hasta que empiece a hervir, cuando esto ocurra agregarle el azufre y luego la cal. Se recomienda al operario que utilice pañuelo para cubrirse la boca y nariz, y así evitar problemas respiratorios por inhalación de polvos y vapores (dejar hervir por aproximadamente una hora), mantener a fuego fuerte y en constante movimiento hasta que la mezcla cambie de color amarillo a un tono más parecido al “rojo ladrillo”, cuando esto ocurra el proceso estará completo (CENTA, 2017).

### 5.7.2 Caldo Sulfocálcico - Extracto de Neem (*Azadirachta indica*) – Ext. Madero (*Gliricidia sepium*).

**Materiales:** cuatro kg de hojas de Neem (*Azadirachta indica*), cuatro kg de hojas de Madero (*Gliricidia sepium*), una Pala de Madera, Leña, Tapa boca, un Caldero, diez Lts de caldo Sulfocálcico (anteriormente preparado), Machete, Maquina de moler, Recipientes para almacenar el compuesto, colador de manta.

#### **Procedimiento:**

Aplicar el equivalente a cuatro kg de hojas frescas de Neem (*Azadirachta indica*) y los cuatro kg de hojas y ramas de madero (*Gliricidia sepium*) previamente picadas y molidas finamente a los diez lts de caldo Sulfocálcico previamente elaborado (dejar que continúe hirviendo durante cuarenta min), dejar enfriar y envasar en contenedores bien cerrados en un lugar oscuro y con buena ventilación durante un periodo de ocho a doce horas, diluir el compuesto a razón de litro y medio por veinte de agua; aplicar por aspersion de forma directa sobre los bovinos a tratar a razón de dos litros por animal.

### 5.7.3 Caldo Sulfocálcico - Extracto de Eucalipto (*Eucaliptus spp*).

#### **Materiales:**

- **Para Macerado:** Pesa, tres Kg Hojas, ramas y tallos de Eucalipto (*Eucaliptus spp*), machete, tres lts de agua, recipiente para fermentación, colador de manta.

-**Para Mezcla:** Una Pala de Madera, Leña, Tapa boca, un Caldero, diez lts de caldo Sulfocálcico previamente elaborado, recipientes para almacenar el compuesto, colador de manta.

#### **Procedimiento:**

##### **-Para Macerado:**

Triturar finamente el equivalente a tres kg de hojas, ramas y tallos de Eucalipto (*Eucaliptus spp*) por cada tres litros de agua, dejar fermentando durante un lapso de cuatro a ocho días en recipientes bien cerrados en un lugar fresco.

**-Para Mezcla:**

Agregar la cantidad correspondiente del macerado de eucalipto (*eucalitus spp*) al caldero con los diez lts de caldo sulfocálcico previamente elaborado (Dejar hervir durante cuarenta min), dejar enfriar y filtrar para su posterior almacenamiento en envases bien cerrados (dejar reposar de ocho a doce 12 hrs); diluir un litro del preparado (previamente colado) en cada veinte litros de agua. Aplicar directamente sobre los animales a tratar mediante baño por aspersión a razón de tres Lts por animal (Castellane, 2010).

**5.7.4 Caldo Sulfocálcico – Neem – Madero – Eucalipto.**

**Materiales:** litro y medio Ext. Neem (*Azadirachta indica*), litro y medio de Ext Madero (*Gliricidia sepium*), una Pala de Madera, Leña, Tapa boca, un Caldero, diez lts de caldo sulfocálcico previamente elaborado, recipientes para almacenar el compuesto, colador de manta.

**Procedimiento:**

Agregar la cantidad correspondiente de Ext. Neem (*Azadirachta indica*), Ext Madero (*Gliricidia sepium*), Ext. Eucalipto (*Eucaliptus spp*) a los diez ltrs de caldo sulfocálcico previamente preparado, (dejar hervir por aprox cuarenta min); Diluir un litro del resultante previamente colado al equivalente de veinte litros de agua, aplicar al ganado mediante aspersión directa.

## **VI. Resultados y discusión**

En Nicaragua, siempre que se habla de bases económicas, tiene que mencionar por lo consiguiente la ganadería, puesto que esta actividad es importante económica y culturalmente. Además de ser unas de las más practicadas a nivel nacional por la cultura general existentes y por las facilidades que el entorno natural permite. Esto conlleva a prestar atención especial a los temas relacionados con sanidad, así como el control oportuno de enfermedades y demás entes nocivos que podrían llegar a afectar el desarrollo productivo del hato.

En este caso la porción estudiada de estos organismos dañinos son los ácaros hematófagos como conocidos como garrapatas, las que por sus hábitos y naturaleza suelen ser una de las amenazas que los ganaderos tienen que enfrentar, para poder mantener la buena salud y producción de los animales que crían, con fines de comercialización sea cual sea su propósito (carne o leche).

Por lo general, los métodos de control utilizados para el control de garrapatas son en su mayoría de origen químico, los cuales en un inicio mostraron buenos resultados, sin embargo, ha causado el desarrollo de resistencia a sus efectos por parte de las garrapatas.

En este ensayo se sugirieron y evaluaron alternativas de control para este problema que por su origen natural y cantidad de principios activos logran saltar las barreras que limitan el uso de sus competidores de origen químico, los compuestos evaluados en esta investigación fueron:

Por lo general los métodos utilizados para el control de garrapatas son en su mayoría de origen químico, los cuales en un inicio mostraron buenos resultados, sin embargo, estos compuestos también poseen efectos ambientalmente negativos acarrear con su uso indiscriminado y a veces hasta irresponsable el desarrollo de resistencia a sus efectos por parte de las garrapatas.



En este ensayo se sugirieron y evaluaron alternativas de control para este problema que por su origen natural y cantidad de principios activos logran saltar las barreras que limitan el uso de sus competidores de origen químico, los compuestos evaluados en esta investigación fueron:

T1: Caldo Sulfocálcico + Eucalipto (C.S.E).

T2: Caldo Sulfocálcico + Neem + Madero (C.S.N.M).

T3: Caldo Sulfocálcico + Neem + Madero + Eucalipto (C.S.N.M.E).

T4: Grupo control: ASUNTOL 20% SL.

Al concluir el ensayo se comprobó que los tratamientos de origen natural utilizados para el control de garrapatas mostraron tener efectividad, sin embargo, las acciones respectivas varían una de la otra, de forma que, si bien todos demostraron poseer efectos positivos para este fin, no todos presentaron los mismos porcentajes de efectividad para esta tarea.

Se obtuvo un mejor resultado con el **T3** (C.S.N.M.E), pues este tratamiento presentó además una disminución notable en el total de garrapatas encontradas desde su primer conteo post

<i>Tratamientos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Tratamiento 1	7	264.416667	37.7738095	403.425265
Tratamiento 2	7	284.083333	40.5833333	59.9560185
Tratamiento 3	7	198.666667	28.3809524	102.555225
Tratamiento 4	7	172.166667	24.5952381	51.1884921

aplicación, sostuvo valores de control constantes hasta el final del periodo de prueba. Se aprecia que se cumplió la hipótesis de investigación donde se planteó que el nivel de infestación de garrapatas disminuiría en al menos 60% tras la aplicación de uno o más de los tratamientos de origen natural presentando efectos comparables o mejores a los del tratamiento comercial.

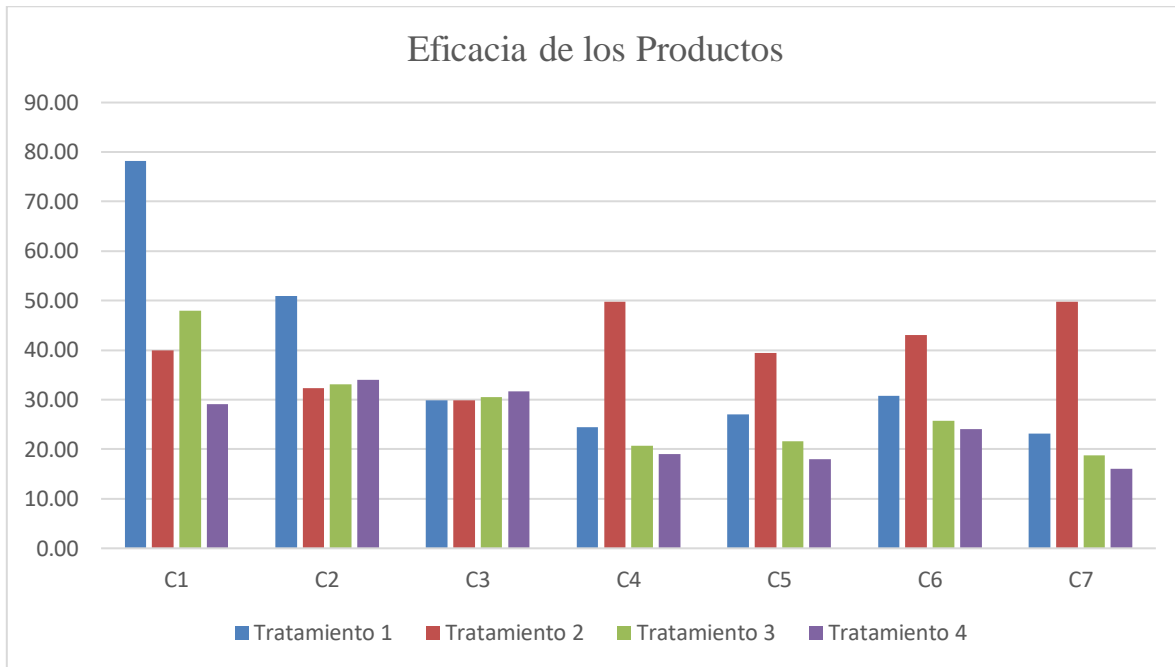
**Tabla N° 1:** ANOVA general de los tratamientos**Tabla 2:** Análisis de varianza entre tratamientos

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	3	401.708333	2.60374046	0.0752358	3.00878657
Dentro de los grupos	24	154.28125			
Total	27				

En el análisis de varianza de esta investigación se puede encontrar un valor crítico de F de 3.0087 si se compara con el valor de F se puede notar que  $F > F$  Crítico, según Suarez 2012, se debe considerar que hay diferencia significativa entre las medias de los grupos comparados, por tanto, existen diferencias significativas entre los medios aritméticos de los cuatro grupos experimentales y podemos describirlos a razón de mayor a menor según sus índices de efectividad.

Como interpretación a esta tablas se concluye que el tratamiento de origen natural con mayor efectividad es el **T3** (C.S.N.M.E), con un porcentaje de 18.83% este tratamiento reflejó en sus resultados un margen de eliminación y control de garrapatas más cercano, a los del **T4** (Grupo Control) que entregó un 16.08% con una diferencia entre sus totales de control de apenas 2.75%, situando al **T1** (C.S.E) en el tercer lugar con 23.17% , quién presentó el tercer total más bajo en presencia de garrapatas, en cuarto lugar encontramos al **T2** (C.S.N.M) con un 49.75% quien al último conteo presentó mayor cantidad de garrapatas en los individuos asignados a su tratamiento.

Cabe destacar, que los sujetos incluidos a este tratamiento fueron expuestos a periodos de pastoreo diarios en diferentes lotes, lo cual podría hacer que algunos datos acá recopilados puedan tener resultados similares a los encontrados por Duarte *et al* (2016) , en donde las diferencias estadísticas entre los tratamientos químicos y el tratamiento natural que muestran hasta un 52% menos efectividad que los otros tratamientos si se refiere al efecto acaricida inmediato en el control de la garrapata en el animal.

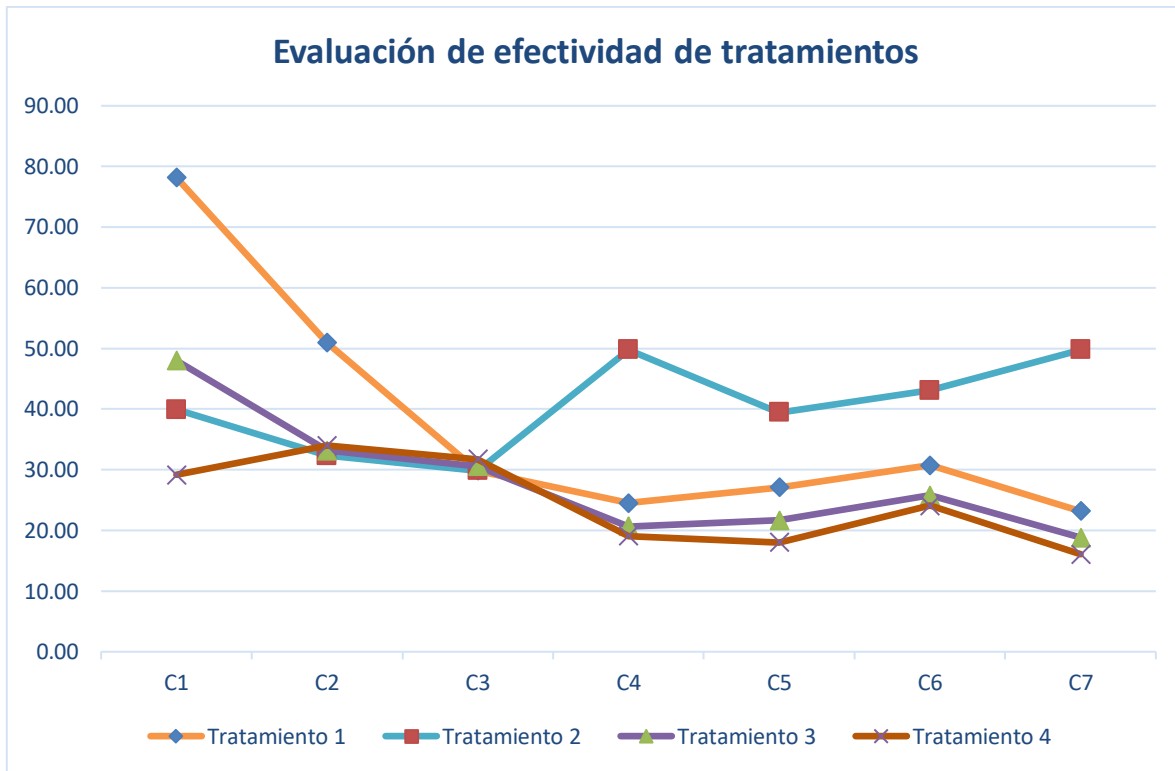
**Gráfico N°1: Comparación de Efectividad de Tratamientos.**

Puede notarse en el **Gráfico N°1** el comportamiento de cada producto en cada una de las 7 semanas de observación, nótese que el producto **T3** resulta ser más eficaz y se mantiene más cerca que el producto de control **T4**, por lo cual se concluye que es el que posee un modo de acción con más similitudes al producto comercial utilizado en este estudio, dato que a su vez lo hace ser el más eficiente de los tratamientos de origen natural utilizados.

El Producto **T2** presentó cierto efecto de control en los primeros conteos, sin embargo, a partir del **C4** sus efectos presentaron una disminución en su constante de eficacia en el control de garrapatas, así como en el efecto repelente en el animal, mientras que el producto **T1** actúa a mediano plazo pues sus efectos se hacen visibles tras 3 semanas de aplicado. Lo cual propicia la llegada a término de las etapas de desarrollo de las garrapatas que se encuentren en el momento de la aplicación sobre el ganado, mismo hecho que lo hace perder efectividad, pues a diferencia del **T3** Y **T4**, no interrumpe de forma directa los hábitos reproductivos, de desarrollo o alimentación de las garrapatas.

En el **Gráfico N°. 2** puede notarse que el Tratamiento **T3** (C.S.N.M.E) actúa de manera efectiva desde el momento de su aplicación, permanece cercano al Tratamiento **T4** (ASUNTOL 20% SL) o tratamiento de control a lo largo de todo el periodo de estudio, sin experimentar crecimiento significativo, los Tratamientos **T1** (C.S.E) y **T2** (C.S.N.M) simplemente actúan de manera irregular, **T2** muestra eliminar las Garrapatas, su efecto carece de la duración suficiente.

**Gráfico N°2: Evaluación lineal de tratamientos.**



Se observaron datos positivos de efectividad tras la aplicación de todos los tratamientos obteniendo porcentajes de hasta 84% de efectividad en más de uno de ellos, con respecto al control de garrapatas, sin embargo, se concluye que los efectos más positivos fueron presentados en el estudio son los obtenidos del **T3** (C.S.N.M.E) por el hecho de que este tratamiento presentó cambios apreciables en la incidencia de garrapatas encontradas inicialmente sobre los individuos tratados con este compuesto.

Además de mantener ese margen de efectividad a lo largo de todo el periodo de prueba, como se mencionó anteriormente se obtuvieron niveles mayores de efectividad al presentado por el **T3**, sin embargo, no se tomaron como los más exitosos, pues los mismos se ven opacados por características como pasividad en su acción acaricida, o declive abrupto en su punto cúspide de acción.

**Tabla 3: Promedio Inicial y Final de incidencia de garrapatas.**

	Promedio Inicial	Promedio Final	Garrapatas Eliminadas	% Eliminadas
T1 Caldo Sulfocálcico más Eucalipto	78.17	23.17	55.00	70.36
T2 Caldo más Neem más Madero Negro	39.92	49.75	-9.83	-24.63
T3 Caldo más Neem más Madero Negro y Eucalipto	48.00	18.83	29.17	60.77
T4 Asuntol 20%	29.17	16.08	13.09	44.87

Mediante el análisis de los conteos realizados en campo, los que tomaron datos respectivos a cada área anatómica se observó que el área del ganado que presentaba un mayor índice de infestación fue el área ventral.

Como se muestra en la **Tabla N°. 10** los promedios de garrapatas encontrados por región anatómica luego de la aplicación de los productos.

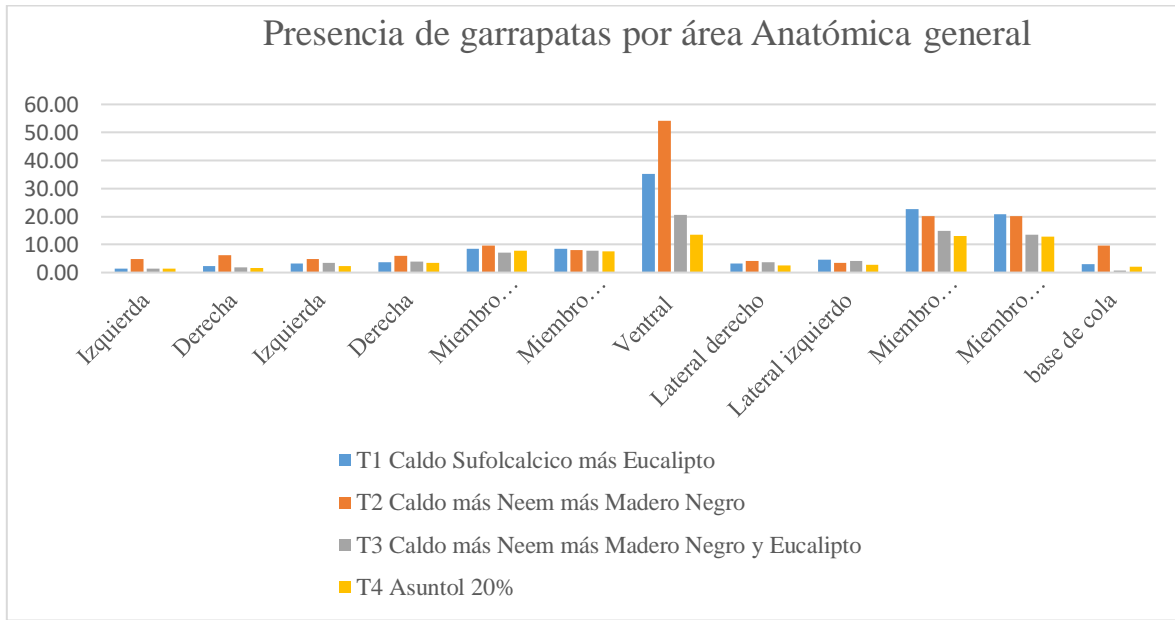
**Tabla 4: Numero de Garrapatas por región anatómica.**

Tratamiento	Oreja		Tabla		Miembro Anterior Derecho	Miembro Anterior Izquierdo	Ventral	Lateral derecho	Lateral izquierdo	Miembro Posterior Derecho	Miembro Posterior Izquierdo	base de cola
	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha								
T1 Caldo Sulfocálcico más Eucalipto	1.43	2.29	3.14	3.74	8.49	8.54	35.29	3.26	4.54	22.66	20.71	3.11
T2 Caldo más Neem más Madero Negro	4.83	6.17	4.71	5.86	9.60	8.12	54.20	4.17	3.55	20.06	20.03	9.55
T3 Caldo más Neem más Madero Negro y Eucalipto	1.44	1.92	3.53	3.89	7.03	7.75	20.50	3.72	4.03	14.83	13.56	0.80
T4 Asuntol 20%	1.43	1.54	2.37	3.40	7.69	7.51	13.60	2.63	2.77	12.97	12.83	2.02

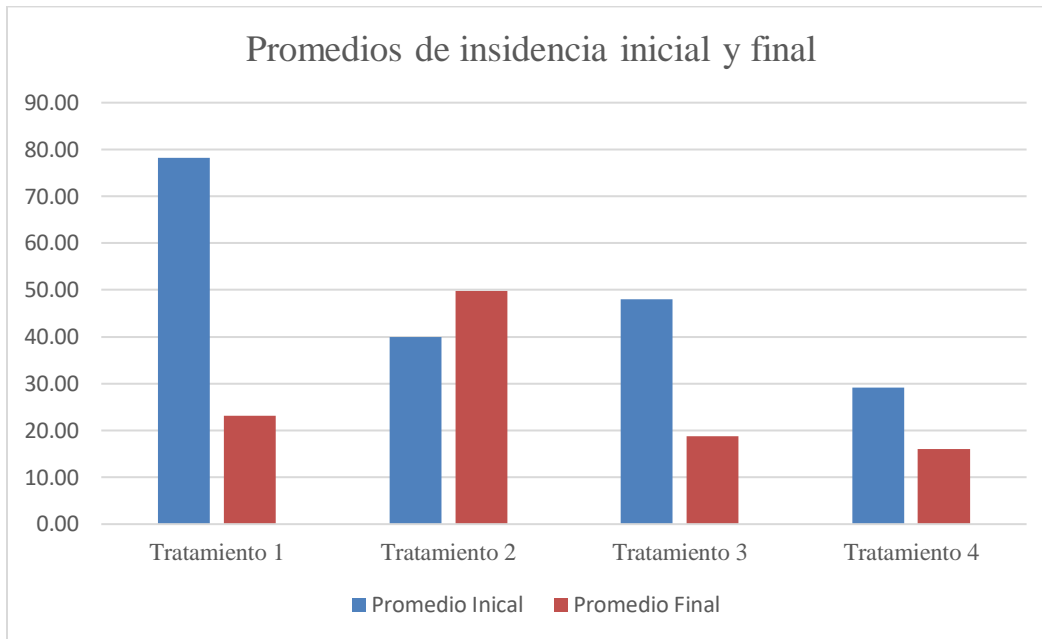
Esta área corporal, es la que presta las mejores condiciones de alimentación para las garrapatas, puestos que además de no presentar una exposición directa hacia la luz solar, está recubierta de piel más suave, por otro lado es el área que se encuentra en contacto directo con el suelo o pasturas (lugares donde las garrapatas esperan por sus presas) durante los periodos donde el ganado descansa del calor del día o dormita durante las noches (Álvarez, 2009).

En el siguiente gráfico se muestra las cantidades de garrapatas encontrada por área anatómica, contrastadas a su vez con cada tratamiento aplicado:

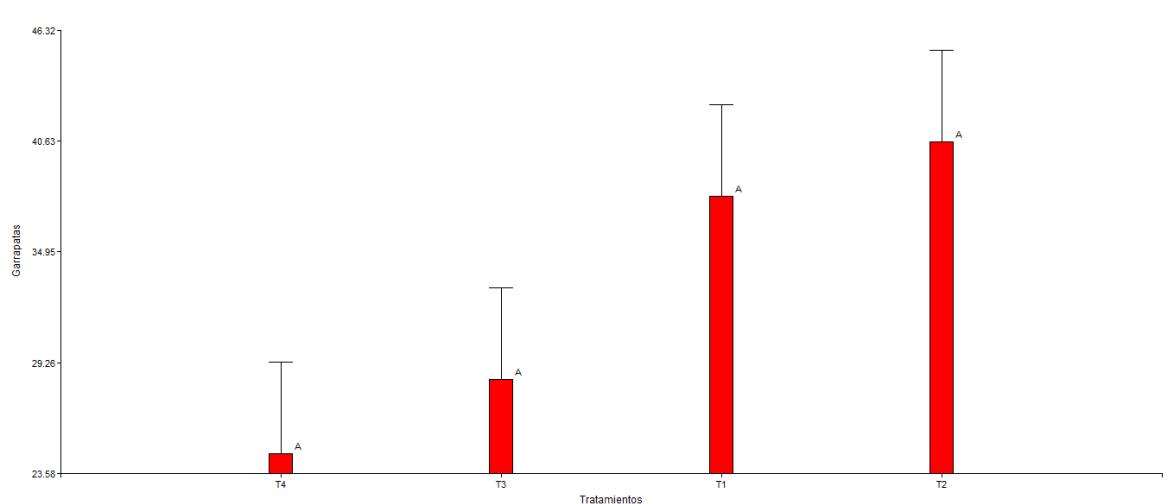
**Gráfico N°3: Presencia de Garrapatas por área anatómica general.**



Como se aprecia en el gráfico anterior el área ventral la que presentó mayor cantidad de incidencia en todos los tratamientos estudiados, ya que esta área corporal es la que presta las mejores condiciones de alimentación para las garrapatas, puesto que además de no presentar una exposición directa hacia la luz solar, está recubierta de piel más suave, por otro lado es el área que se encuentra en contacto directo con el suelo o pasturas (lugares donde las garrapatas esperan por sus presas) durante los periodos donde el ganado descansa del calor del día o dormita durante las noches (Álvarez, 2009).

**Gráfico 4:** Comparación de porcentajes inicial y final de presencia de garrapatas.

En la **Gráfico N°4** la diferencia entre los porcentajes de infestación por garrapatas en el intervalo de tiempo correspondiente al inicio y finalización del periodo de estudio, donde se concluye que en todos los casos a excepción del han demostrado disminuciones notables en la cantidad de garrapatas de garrapatas encontradas en los sujetos de prueba designados a sus grupos respectivos, acá también se confirma la posición del **T3** como el tratamiento natural con mejores resultados, superado únicamente por el **T4** o grupo control.

**Gráfico N°5**



## ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1205.125	3	401.708333	2.60374046	0.0752358	3.00878657
Dentro de los grupos	3702.75	24	154.28125			
Total	4907.875	27				

## Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Garrapatas	28	0.24	0.15	37.84

## Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1202.82	3	400.94	2.60	0.0759
Tratamientos	1202.82	3	400.94	2.60	0.0759
Error	3707.11	24	154.46		
Total	4909.93	27			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=18.32601

Error: 154.4627 gl: 24

Tratamientos	Medias	n	E.E.
T4	24.61	7	4.70 A
T3	28.40	7	4.70 A
T1	37.79	7	4.70 A
T2	40.59	7	4.70 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

El análisis de efectividad de los tratamientos mediante fue mediante ANOVA y en este se puede notar que tras la aplicación de los mismos todos mostraron márgenes de efectividad que demuestran sus cualidades como garrapaticidas, sin embargo, se observa que el tratamiento con mejores resultados es **T4** (Grupo control), seguido de cerca por el **T3** (C.S.N.M.E) pues este último mantuvo sus efectos garrapaticidas dentro de los márgenes de efectividad y homogeneidad más cercanos a los que demostró el **T4** lo cual transforma a este tratamiento como el mejor de los tratamientos naturales utilizados en este tratamiento, en tercer lugar se situó el **T1** (C.S.E)

En el análisis de varianza podemos encontrar un valor crítico de F de 3.0087 si se compara con el valor de F se puede notar que  $F > F$  Crítico por tanto, según Suarez 2012, se debe considerar que hay diferencia significativa entre las medias de los grupos comparados, por tanto existen diferencias significativas entre los medios aritméticos de los siete grupos experimentales y podemos describirlos a razón de mayor a menor según sus índices de efectividad.

## Tablas de Relación Beneficio- Costo de los tratamientos (Naturales – Químicos)

Tabla N° 5: Relación Beneficio - Costo (Garrapaticidas Naturales).

<b>Relación Beneficio - costo de los garrapaticidas de origen natural</b>				
<b>Concepto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>U. medida</b>	<b>P. Unitario (C\$)</b>	<b>Precio Total (C\$)</b>
<b>Leña</b>	<b>15</b>	<b>Unidad</b>	<b>5</b>	<b>75</b>
<b>Azufre</b>	<b>1</b>	<b>Libra</b>	<b>65</b>	<b>65</b>
<b>Cal</b>	<b>1</b>	<b>Libra</b>	<b>30</b>	<b>30</b>
<b>Balde</b>	<b>1</b>	<b>Unidad</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Total (C\$)</b>				<b>270</b>

*Relación Beneficio-Costo (Tratamientos Naturales)*

Tabla N° 6: Relación Beneficio - Costo (Garrapaticida Químico).

<b>Relación Beneficio – costo (Tratamiento Químico).</b>				
<b>Concepto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Precio unitario (C\$)</b>	<b>Precio Total (C\$)</b>
Asunto1 20% SL	1	litro	1800	1800
<b>Total</b>				<b>1800</b>

*Relación Beneficio – Costo (Tratamiento Químico)*

Como se puede observar mediante esta sencilla comparación los beneficios de la utilización de tratamientos naturales como garrapaticidas alternativos son una decisión rentable además de ecológica, pues, además de presentar efectos positivos en el control de garrapatas en el ganado bovino, presentan el plus de no poseer residualidad dañina para el medio ambiente, por otra parte.

La mayor parte de insumos utilizados para su elaboración son reciclados y reutilizables, hecho que les otorga un precio aún más bajo en las aplicaciones posteriores a la del inicio de su uso.



## **VII. Conclusiones.**

A pesar de que el producto a cargo del **T3** (Caldo Sulfocálcico + Neem + Madero + Eucalipto) resultó ser el más eficaz de todos los tratamientos de origen natural implementados en este estudio, todos mostraron propiedades acaricidas en al menos un parte del periodo de. Estudio.

Los tratamientos de origen natural para el control de garrapatas en el ganado bovino son una opción viable y que presentan efectos positivos que bien podrían compararse a los obtenidos del uso de productos comerciales de origen químico.

Los productos naturales son una herramienta de mucha utilidad en la tarea de controlar las infestaciones de garrapatas en los hatos ganaderos, pues a parte de brindar resultados positivos ofrecen la opción de ser implementados a una fracción de la inversión necesaria para adquirir tratamientos de origen químico.

## VIII. Recomendaciones

- Se recomienda la aplicación del compuesto a base de Caldo Sulfocálcico, Ext. Neem, Ext. Madero negro y Ext. Eucalipto, pues este presentó los mejores resultados en las evaluaciones respectivas a control de incidencia y reinfestación de garrapatas en el ganado bovino, además este presenta también una relación beneficio costo que favorece de manera directa al productor que lo utilice, pues todos los materiales utilizados poseen un costo fraccionario de obtención y procesamiento, lo cual lo sitúa por encima de los productos de origen natural que deben ser adquiridos en agro-insumos autorizados y que poseen costos mucho mayores en el mercado.
- Se insta a los criadores de ganado bovino (sin importar el propósito de la explotación) velar siempre por el bienestar de su hato, dirigiendo su mirada más allá de suministrarle alimentos y refugio, darse a la tarea de estudiar todos los factores que podrían llegar a afectarlos de forma directa o indirecta.
- Implementar de forma fiel los calendarios sanitarios, y sean desparasitaciones o baños, pues en estos casos uno o dos días pueden hacer una gran diferencia.
- Darles el valor y la atención necesarias a las alternativas que los tratamientos de origen natural ofrecen, siempre mantener una mente abierta y pensamiento perceptivo a las nuevas tecnologías que podrán significar el mejoramiento de la salud y bienestar de su hato.
- Apreciar a los animales que crían como lo que son, seres que sienten y viven, preocupándose siempre por darles las mejores condiciones posibles de crecimiento y desarrollo.

## IX. Bibliografía

- «Nuttalliellanamaqua (Ixodoidea: Nuttalliellidae): First Description of the Male, I. S.-D. (s.f.).
- Alcibar, D. R. (8 de 2016). *tickencounter*. Obtenido de [https://tickencounter.org/faq/tick\\_identification](https://tickencounter.org/faq/tick_identification)
- Alvarado, D. (11 de 2010). *Repositorio Universidad Nacional Agraria (UNA)*. Obtenido de <http://repositorio.una.edu.ni>: <http://repositorio.una.edu.ni/1425/1/tnl72a472.pdf>
- Álvarez, A. P. (2009). *Fisiología Animal Aplicada. Fisiología Especial del Movimiento. Dinámica del Cuerpo Animal*. . Colombia. : Editorial Universidad de Antioquia. .
- Balashov. (1972). *Bloodsucking ticks (Ixodidea) vectors of discases of man and animals*. Misc. Publ Entomol Soc Am.
- Bandoni, R. D. (Enero de 2009). *ResearchGate*. Obtenido de [www.researchgate.net/publication/315456138\\_ELABORACION\\_DE\\_REPELENTES\\_ORGANICOS\\_APARTIR\\_DE\\_HIERBAS\\_AROMATICAS](http://www.researchgate.net/publication/315456138_ELABORACION_DE_REPELENTES_ORGANICOS_APARTIR_DE_HIERBAS_AROMATICAS)
- Barandika&Félix. (15 de 07 de 2010). *Repositorio Institucional Abierto*. Obtenido de [info:eu-repo/semantics/openAccess](http://info:eu-repo/semantics/openAccess)
- Bastos, U. ., (2010). The Rhipicephalus (Boophilus) microplus Bm86 gene plays a critical role in the fitness of thicks fed on cattle during acute babesia bovis infection. *Parasities Vectors* 3, 1 - 11.
- BCN. (2017). *Nicaragua en Cifras 2017*. Managua, Nicaragua.: Bnaco Central de Nicaragua.
- Benavides, R. y. (2016). *Guia para el manejo de garrapatas y adaptacion al cambio climatico*.
- Briceño, K. (2019). *Ectoparasitos: Caracteristicas, Tipos y Ejemplos*. Lifeder.
- Cardozo, H. y. (1995). *Enfermedades parasitarias de importancia economica de Bovinos*. Nicaragua: Hemisferio Sur S.A.

- Castellane, P. D. (26 de 5 de 2010). *revista brasileira parasitol*. Obtenido de [https://www.google.com/search?q=revista+brasileira+parasitol&rlz=1C1CHBD\\_esN1822NI822&oq=revista+brasileira+parasitol&aqs=chrome..69i57j0l7.30144j0j8&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.google.com/search?q=revista+brasileira+parasitol&rlz=1C1CHBD_esN1822NI822&oq=revista+brasileira+parasitol&aqs=chrome..69i57j0l7.30144j0j8&sourceid=chrome&ie=UTF-8)
- CEMAT. (2003). *FITOMED*. Obtenido de <http://www.sld.cu/fitomed/eucalipto.htm>
- CENTA. (2017). Caldo Sulfocálcico. *Guia Técnica*.
- Dantas&Torres F, C. B. (2012). Ticks and tick-borne diseases: a one health perspective. *Trends*, 28(10):437-446.
- DIGFINEART. (19 de Marzo de 2017). *Digfineart.com*. Obtenido de <https://www.digfineart.com/OGzxJndLp/>
- Duarte, E. a. (2016). Eficacia del uso de diferentes tratamientos acaricidas para controlar la infestacion de garrapatas. Juigalpa, Chontales, Nicaragua.
- Duarte, L. . (Octubre de 2006). *Repositorio UNA*. Obtenido de <http://repositorio.una.edu.ni>: <http://repositorio.una.edu.ni/1342/1/tnl73l864.pdf>
- EcuRed. (03 de 2008). Obtenido de EcuRedGanadobovino.org: <http://mi-partida.blogspot.com/2008/03/el-ganado-vacuno.html>
- ERRADICA. (10 de 9 de 2016). *erradica.com*. Obtenido de <https://erradica.com/garrapatas/ciclo-de-vida-de-la-garrapata/>
- Espaines, L. L. (1983). *Manual de Parasitología y Enfermedades Parasitarias*. Habana, Cuba.: Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias.
- Estrada. (1990). Control de garrapatas en el ganado Bovino.
- Estrada. (30 de Junio de 2015). *Revista IDE@ - SEA* . Obtenido de [http://sea-entomologia.org/IDE@/revista\\_13.pdf](http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_13.pdf)
- Giambruno, D. E. (5 de Febrero de 2018). *conacoop.ni*. Obtenido de <http://www.cona.coop.ni/garrapatas-la-amenaza-fantasm>

- Giambruno, D. E. (2019). Garrapatas "La Amenaza Fantasma".
- Gugliemone, e. a. (Julio de 2010). *ResearchGate*. Obtenido de [www.researchgate.net/publication/258837984\\_The\\_Argasidae\\_Ixodidae\\_And\\_Nuttalliellidae\\_Acari\\_Ixodida\\_Of\\_The\\_World\\_A\\_List\\_Of\\_Valid\\_Species\\_Names](http://www.researchgate.net/publication/258837984_The_Argasidae_Ixodidae_And_Nuttalliellidae_Acari_Ixodida_Of_The_World_A_List_Of_Valid_Species_Names)
- Halliday, R. B. (2000). *Acarologia y Aracnologia. org*. Obtenido de <http://socmexent.org/entomologia/revista/2016/AA/Em%2026-32.pdf>
- Hidalgo, M. (2011). *Q-ímica 2011*. Obtenido de [http://cerezo.pntic.mec.es/~jgarc247/2\\_bachto/anho\\_internacional\\_quimica/03eucaliptol.htm](http://cerezo.pntic.mec.es/~jgarc247/2_bachto/anho_internacional_quimica/03eucaliptol.htm)
- IICA. (20 de Enero de 2017). *IICA. int*. Obtenido de <http://www.iica.int/es/countries/nicaragua>
- INATEC, I. . (2010). *Manejo Sanitario Eficiente del Ganado Bovino: Principales Enfermedades*. Nicaragua: INTA- INATEC.
- Isea, G. (2013). Actividad garrapaticida de *Azadirachta indica* (Neem). *Revista Cubana de Plantas Medicinales. vol 18*.
- Johnson LB, M. (2018). ENFERMEDAD DEL LYME. *revista colombiana de entomologia*.
- Junquera. (2007 - 2008). *Parasitipedia.net*. Obtenido de [parasitipedia.net/index.php?option=com\\_content&view=article&id=338&Itemid=432](http://parasitipedia.net/index.php?option=com_content&view=article&id=338&Itemid=432)
- Junquera. (11 de MARZO de 2017). *PARASITIPEDIA*. Obtenido de [/parasitipedia.net/index.php?option=com\\_content&view=article&id=3177&Itemid=495](http://parasitipedia.net/index.php?option=com_content&view=article&id=3177&Itemid=495)
- Lapage, G. (1979). *Pararsicologia Veterinaria*. Mexico: Compañía Editorial Continental S.A.
- Latif, A. A., Putterill, J. F., de Klerk, D. G., Pienaar, R., & Mans, B. J. (s.f.).



- MAG. (2001). *La Garrapata su importancia y control*. San José Costa Rica: INA.
- Mangold. (2007). Resistencia de las Garrapatas (Ixodidae) a metodos de control mas utilizados. *Revista Iberoamericada de ganadería*.
- Pardo, B. (7 de Julio de 2005). *Repositorio UNA*. Obtenido de <http://repositorio.una.edu.ni/2426/1/nl70p226p.pdf>
- Parra. (1999). *Serie Modular para la capacitacion en tecnologias agropecuarias*. La Habana, Cuba.: Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Agraria de La Habana, Cuba.
- Pecuaría, A. (12 de febrero de 2019). *CONCEPTODEFINICIONDE*. Obtenido de [conceptodefinicion.de/ganado-vacuno-o-bovino/](http://conceptodefinicion.de/ganado-vacuno-o-bovino/)
- Perez, B. M. (2009). Parasitología Veterinaria volumen 167, numeros 2 a 4. *Parasitologia Veterinaria volumen 167, numeros 2 a 4*, 321-326.
- Polanco, R. (2015). *Aspectos biológicos ecológicos de las garrapatas duras*. Corpoica Cienec Tecnol Agopecuaria.
- Polanco, R. (22 de Octubre de 2015). *Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v17n1/v17n1a08.pdf>
- Quiroz. (2000). *Parasitologia y Enfermedades parasitarias de animales domesticos*. 5ta ed. Mexico, D.F. 694-697: Editorial LIMUSA, S.A.- de C.V.
- Riquelmez. (4 de 6 de 2018). *Salud Madrid*. Obtenido de <http://madridsalud.es/garrapatas/>
- Rivera. (1996). *Hemoparasitosis Bovinas*. Caracas, Venezuela. p. 131-46: ANAUCO EDICIONES, C.A.
- Schultz, V. (2008). Prevalencia de Anaplasmosis y babesiosis en ganado bovino de la sección E, en la Irrigación Majes - Arequipa. *La Ganadería de hoy - Arequipa*.
- Shellock, H. (1991). *Effects of a topically applied counterirritant (eucalyptmint) on cutaneous blood flow and on skin and muscle temperatures*. American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation.

Teles, O. (2 de Febrero de 2019). *SCRIBD.INC*. Obtenido de <https://es.scribd.com/presentation/382648422/Garrapatas>

U.N.E.V.B. (2017). Garrapatas (OrdenIxodida). *La Garrapata Control y Manejo*.

Valle, G. E. (2011). *Daño e importancia economica de las garrapatas*. Argentina: Corrientes Capital Argentina.

SUÁREZ, Mario, (2012), Interaprendizaje de Probabilidades y Estadística Inferencial con Excel, Winstats y Graph, Primera Edición. Imprenta M & V, Ibarra, Ecuador.

# ANEXOS

**Anexo 1: Foto**



*Ilustración 2: Conteo de Garrapatas en proceso*

anexo 2: foto 2



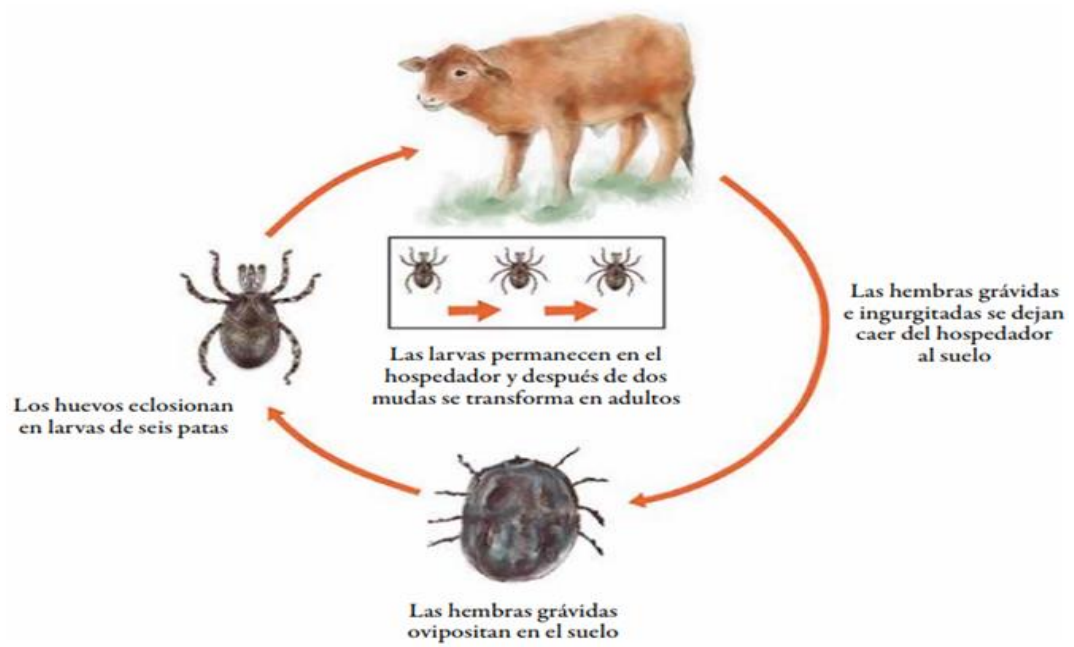
## PRESENTACIÓN & PROMOCIÓN GARRAPATICIDAS

*Ilustración 3: Presentación y promoción de garrapaticida Natural.*

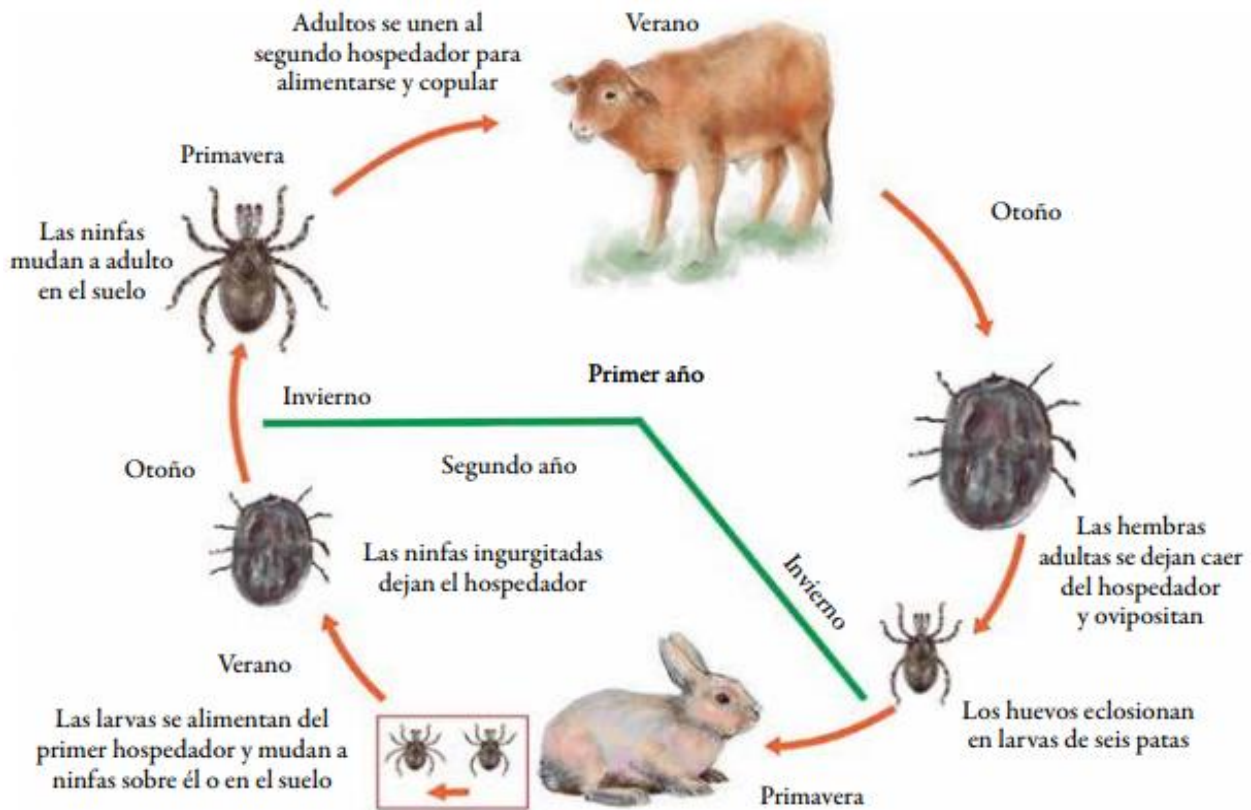


Ilustración 4 Garrapaticida terminado, envasado y etiquetado.

Anexo N° 15: Ciclo de vida de las garrapatas de un hospedador (Monoxemas)

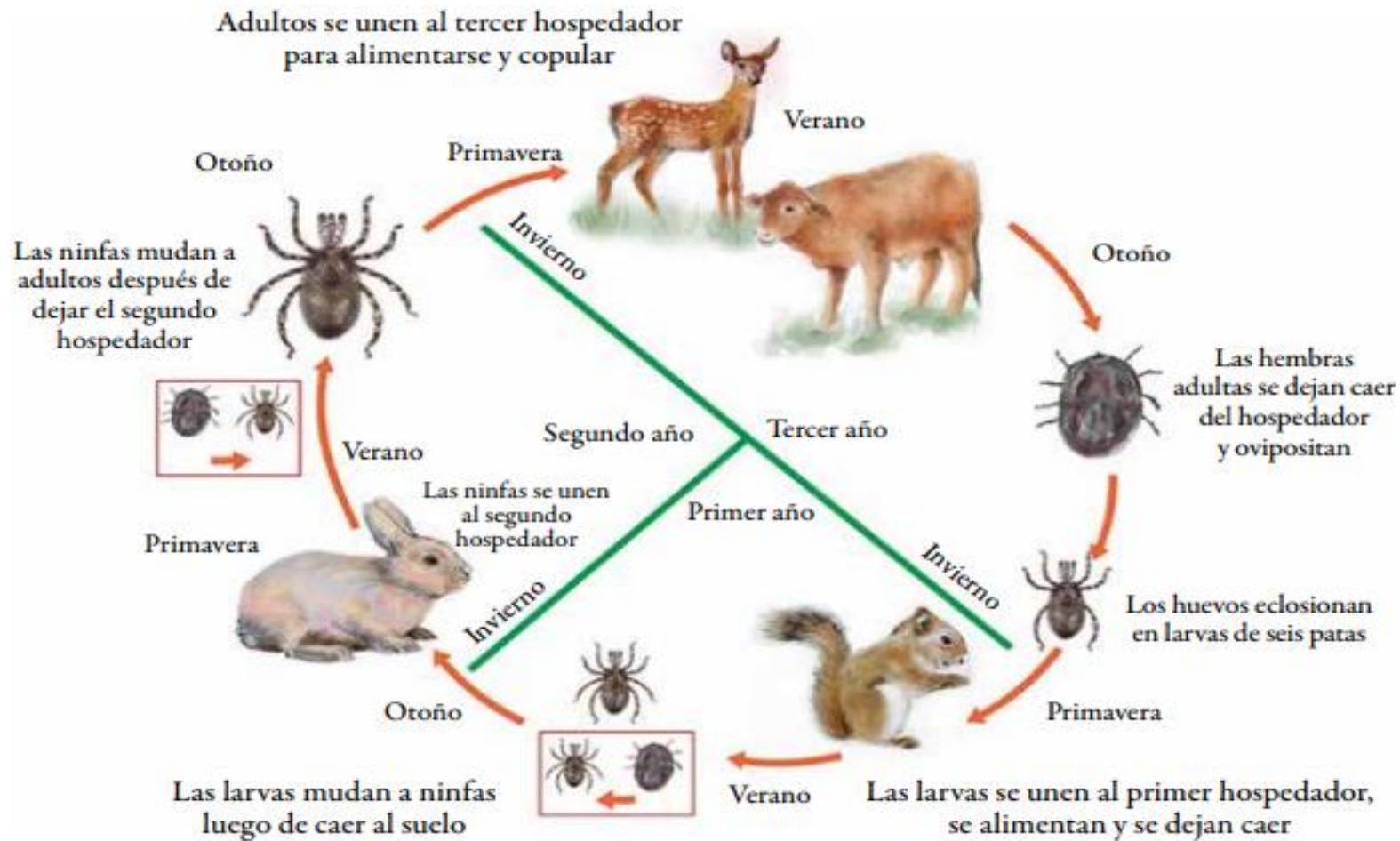


Anexo N° 16: Ciclo de vida de las garrapatas de dos hospedadores (Dixenos)





### Ciclo de vida de las garrapatas de tres hospedadores (Triexenos)



**Tabla de Recolección de Datos**

B 1	Sujeto	Regiones Anatómicas													Total	

Tabla 7 EJEMPLO DE TABLA DE RECOLECCION DE DAT

