

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**DETERMINACIÓN DEL EFECTO IXODICIDA, IN VITRO, DE
LAS TINTURAS DE TABACO (*Nicotiana tabacum*) Y
EUCALIPTO (*Eucalyptus globulus*) CONTRA FASE
ADULTA DE LA GARRAPATA (*Rhipicephalus microplus*)**

CARLOS EDUARDO SANDOVAL AGUIRRE

Médico Veterinario

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2023

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**“DETERMINACIÓN DEL EFECTO IXODICIDA, IN VITRO, DE LAS
TINTURAS DE TABACO (*Nicotiana tabacum*) Y EUCALIPTO
(*Eucalyptus globulus*) CONTRA FASE ADULTA DE LA
GARRAPATA (*Rhipicephalus microplus*)”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD

POR

CARLOS EDUARDO SANDOVAL AGUIRRE

Al conferírsele el título de profesional de

Médico Veterinario

En el grado de Licenciado

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2023

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
JUNTA DIRECTIVA**

| | |
|-------------|--|
| DECANO: | M. A. Rodolfo Chang Shum |
| SECRETARIO: | M. Sc. Lucrecia Emperatriz Motta Rodríguez |
| VOCAL I: | Juan José Prem González |
| VOCAL II: | Lic. Zoot. Miguel Ángel Rodenas Argueta |
| VOCAL III: | Edwin Rigoberto Herrera Villatoro |
| VOCAL IV: | Cesar Francisco Monzón Castellanos |
| VOCAL V: | P. Agr. Jorge Pablo Rosales Roca |

ASESORES

M.A. LUDWIG ESTUARDO FIGUEROA HERNÁNDEZ
M.A. DORA ELENA CHANG CHANG

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con lo establecido por los reglamentos y normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de graduación titulado:

“DETERMINACIÓN DEL EFECTO IXODICIDA, IN VITRO, DE LAS TINTURAS DE TABACO (*Nicotiana tabacum*) Y EUCALIPTO (*Eucalyptus globulus*) CONTRA FASE ADULTA DE LA GARRAPATA (*Rhipicephalus microplus*)”

Que fuera aprobado por la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Como requisito previo a optar al título de:

MÉDICO VETERINARIO

DEDICATORIAS

ACTO QUE DEDICO A:

- A mi madre:** Alma Janete Aguirre Rivera, por ser mi mayor ejemplo y por haberme dado su apoyo y paciencia incondicional a lo largo de mi carrera. Te quiero mucho mami.
- A mi hermano** Jorge Luis Sandoval Aguirre, por su gran apoyo en los momentos más difíciles, y por brindarme comprensión en todas las decisiones que tomaba. Te quiero mucho Wicho.
- A mi hermana** Alma Magaly Sandoval Aguirre por ser una hermana incondicional y brindarme apoyo cuando más lo necesitaba. Te quiero Ly.
- A mi cuñado** Rene Fernando Paz Monzón, por ser una persona de calidad, y por habernos apoyado en la familia en los tiempos más difíciles. Se te quiere Rene.
- A mi padre** Jorge Ovidio Sandoval Ventura, por su apoyo a lo largo de mi carrera, y sus consejos en la vida profesional. Te quiero papi.

AGRADECIMIENTOS

- A Dios** Por darme la sabiduría y fortaleza en mi vida durante este camino para alcanzar esta meta.
- A mis amigos** André Díaz, Oscar Pineda, Víctor Pérez, Sarah Juárez, Miriam Avila, Wendy Mendoza, Alejandra Choc, Daniel Martínez, Glenda Lemus; por ser mis mejores aliados, un gran apoyo a lo largo de la carrera y su amistad incondicional. Se les aprecia mucho.
- A mi familia** A mis abuelos, tíos, primos, sobrinos; por su apoyo durante la carrera. Se les quiere.
- A mis mascotas** Rocky, Jasper, Moto, Michaela y Polo; por ser mis pacientes en el aprendizaje y darme el cariño que nunca me negaron.
- A los catedráticos** Por ser parte de mi formación profesional, por su dedicación al transferir los mejor de sus conocimientos para formarme como Médico Veterinario. Se les agradece por todo.
- A mis asesores** M.A. Elena Chang y M.A. Ludwig Figueroa, por la paciencia y dedicación en asesorarme y guiarme a lo largo de la elaboración de esta investigación. Los aprecio bastante.
- A mis mentores** M.V. Carmen Carolina Quiroa García y M.V. Rafael Eduardo Gálvez, por haberme dado la oportunidad de crecer y aprender en el ámbito profesional de los animales de compañía. Los admiro mucho.

ÍNDICE

| | |
|---|---|
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. HIPÓTESIS..... | 2 |
| III. OBJETIVOS | 3 |
| 3.1. Objetivo General..... | 3 |
| 3.2. Objetivos Específicos | 3 |
| IV. REVISIÓN DE LITERATURA..... | 4 |
| 4.1. Fitoterapia..... | 4 |
| Concepto | 4 |
| Importancia | 4 |
| 4.2. Tintura | 4 |
| Concepto | 4 |
| 4.3. Eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>)..... | 5 |
| Clasificación taxonómica..... | 5 |
| Descripción botánica y distribución | 5 |
| Propiedades físico-químicas naturales de interés..... | 5 |
| Mecanismo de acción plaguicida | 5 |
| Uso medicinal tradicional del Eucalipto | 6 |
| 4.4. Tabaco (<i>Nicotiana tabacum</i>) | 6 |
| Clasificación taxonómica..... | 6 |
| Descripción botánica y distribución | 6 |
| Propiedades físico-químicas naturales de interés..... | 6 |
| Mecanismo de acción plaguicida | 7 |
| Uso medicinal tradicional del Tabaco..... | 7 |
| 4.5. Infestación por garrapatas | 7 |

| | |
|---|-----------|
| Definición | 7 |
| Importancia | 7 |
| Clasificación taxonómica..... | 8 |
| Morfología | 9 |
| Ciclo biológico | 9 |
| 4.6. Garrapata (<i>Rhipicephalus (Boophilus) microplus</i>)..... | 11 |
| Clasificación taxonómica..... | 11 |
| Generalidades | 11 |
| Características morfológicas y dimorfismo sexual | 11 |
| Ciclo biológico | 11 |
| Patogenia..... | 12 |
| Prevención y control tradicional | 13 |
| Resistencia a los acaricidas químicos..... | 14 |
| Técnica de inmersión de adultos | 14 |
| V. MATERIALES Y MÉTODOS | 15 |
| 5.1. Materiales..... | 15 |
| 5.1.1. Recursos humanos..... | 15 |
| 5.1.2. Recursos biológicos..... | 15 |
| 5.1.3. Recursos de campo..... | 15 |
| 5.1.4. Recursos de laboratorio..... | 15 |
| 5.1.5. Centros de referencia | 16 |
| 5.2. Métodos | 16 |
| 5.2.1. Localización del estudio | 16 |
| 5.2.2. Obtención y colección de material vegetal..... | 17 |
| 5.2.3. Elaboración de Tinturas | 17 |

| | |
|--|----|
| 5.2.4. Obtención de garrapatas..... | 18 |
| 5.2.5. Diseño del estudio | 18 |
| 5.2.6. Tinturas realizadas | 18 |
| 5.2.7. Diluciones utilizadas | 18 |
| 5.2.8. Tratamientos | 19 |
| 5.2.9. Técnica de inmersión de hembras teleoginas..... | 19 |
| 5.2.10. Procedimiento de recolección de datos | 20 |
| 5.2.11. Variables de estudio | 20 |
| 5.2.12. Análisis estadístico | 21 |
| VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 22 |
| VII. CONCLUSIONES..... | 26 |
| VIII.RECOMENDACIONES | 27 |
| IX. RESUMEN..... | 28 |
| SUMMARY..... | 29 |
| X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 30 |
| XI. ANEXOS..... | 34 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|---|----|
| Cuadro 1. <i>Clasificación taxonómica de la familia Ixodidae</i> | 8 |
| Cuadro 2. <i>Mecanismo de acción de acaricidas sintéticos.</i> | 13 |
| Cuadro 3. Representación textual de cada tratamiento..... | 19 |
| Cuadro 4. <i>Resumen de resultados ixodicidas obtenidos de los tratamientos.</i> | 35 |
| Cuadro 5. <i>Boleta de recolección de resultados ixodicidas por repetición.</i> | 38 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. <i>Porcentajes de mortalidad por dilución realizada a tinturas de Tabaco (N. tabacum), Eucalipto (E. globulus), Mezcla de Tabaco y Eucalipto y Tintura control.</i> | 36 |
| Figura 2. <i>Porcentajes de oviposición por dilución realizada a tinturas de Tabaco (N. tabacum), Eucalipto (E. globulus), Mezcla de Tabaco y Eucalipto y Tintura control.</i> | 37 |
| Figura 3. <i>Colección de garrapatas.</i> | 39 |
| Figura 4. <i>Materiales para realizar tinturas.</i> | 39 |
| Figura 5. <i>Proceso de secado de plantas medicinales.</i> | 39 |
| Figura 6. <i>Tinturas elaboradas.</i> | 39 |
| Figura 7. <i>Clasificación y lavado de garrapatas.</i> | 40 |
| Figura 8. <i>Pesaje de garrapatas.</i> | 40 |
| Figura 9. <i>Realización de diluciones.</i> | 40 |
| Figura 10. <i>Técnica de inmersión de garrapatas según FAO.</i> | 40 |
| Figura 11. <i>Distribución de garrapatas en caja Petri.</i> | 41 |
| Figura 12. <i>Incubación.</i> | 41 |
| Figura 13. <i>Oviposición.</i> | 41 |
| Figura 14. <i>Pesaje de oviposición.</i> | 41 |

I. INTRODUCCIÓN

Los ectoparásitos en los animales de producción y compañía son uno de los problemas más comunes en todo el mundo, representan un elevado costo el control en las explotaciones pecuarias, por la adquisición de productos químicos. Sin embargo, esta dependencia casi exclusiva y el uso indiscriminado de estas fórmulas, han favorecido a contaminación ambiental y a resistencia por parte de los parásitos, que es problema a nivel mundial. De hecho, se ha demostrado que la garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, que afecta a los bovinos y equinos, presenta resistencia ante varios acaricidas sintéticos, siendo los organofosforados la familia más afectada (Montañez et al., 2017).

En las comunidades de Zaragoza, Chimaltenango, existen caballos utilizados para trabajo en campo que no se les brindan prácticas veterinarias frecuentes, y presentan problemas como infestación de garrapatas *R. microplus*. La garrapatoxis puede transmitir enfermedades infecciosas zoonóticas, como la Babesiosis y Piroplasmosis, y, por lo tanto, su control y prevención debería de ser obligatorio. Sin embargo, los propietarios no adquieren productos químicos por motivos económicos. Por tal razón, es necesario buscar alternativas naturales de bajo costo con materiales de fácil accesibilidad para el control de este parásito. Se ha verificado que el Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y el Tabaco (*Nicotiana tabacum*), son plantas medicinales que presentan características plaguicidas relevantes, y han sido utilizadas anteriormente para el control de garrapatas y otros parásitos que afectan en la ganadería y la agricultura.

Actualmente, hay escasas investigaciones en el ámbito de evaluación de tratamientos fitoterapéuticos de bajo costo, que promuevan alternativas naturales para el control de este parásito. Por esta razón, en este estudio se evaluó el efecto ixodicida, in vitro de las tinturas al 10% de *E. globulus* y *N. tabacum*, de forma individual y mezcla de ambas, contra la fase adulta de las garrapatas *R. microplus* de caballos infestados en Zaragoza, Chimaltenango.

II. HIPÓTESIS

Al menos una de las tres diluciones de la mezcla de tinturas de Eucalipto (*E. globulus*) y Tabaco (*N. tabacum*), tendrá un efecto ixodicida mayor al 60% contra garrapatas adultas.

III. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Generar información que promueva la fitoterapia para el control de la garrapata *Rhipicephalus microplus* mediante el uso de la tintura a base de Tabaco (*N. tabacum*) y Eucalipto (*E. globulus*).

3.2. Objetivos Específicos

- Determinar el efecto ixodicida, in vitro, contra la fase adulta de *R. microplus* de las tinturas de Tabaco (*N. tabacum*) al 10%, Eucalipto (*E. globulus*) al 10%, y mezcla de ambas al 10%.
- Comparar el efecto ixodicida, in vitro, contra la fase adulta de *R. microplus* de las tinturas de Tabaco (*N. tabacum*) al 10%, Eucalipto (*E. globulus*) al 10% y mezcla de ambas al 10%.
- Determinar el efecto en la oviposición, in vitro, que ejerce el contacto con las tinturas de Tabaco (*N. tabacum*) al 10%, Eucalipto (*E. globulus*) al 10% y mezcla de ambas al 10%, sobre la fase adulta de *R. microplus*.
- Comparar el efecto en la oviposición, in vitro, que ejerce el contacto con las tinturas de Tabaco (*N. tabacum*) al 10%, Eucalipto (*E. globulus*) al 10% y mezcla de ambas al 10%, sobre la fase adulta de *R. microplus*.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Fitoterapia

Concepto

Es la utilización de plantas con propiedades medicinales para fines terapéuticos. Rama de la medicina convencional, donde son utilizados complejos de matrices vegetales, constituidos por plantas (enteras, porciones o derivados) como resultado de la adición de un disolvente que concentre los compuestos afines o facilite su administración. El fitocomplejo es el producto resultante de las matrices y contiene múltiples sustancias activas (metabolitos secundarios) con propiedades fisicoquímicas variables, que actúan en conjunto para lograr el fin terapéutico (Avello y Cisternas, 2010).

Importancia

La Organización Mundial de la Salud (OMS) reconoce la relevancia de las plantas medicinales en el tratamiento y profilaxis de múltiples patologías, y la ventaja a nivel económico, ya que, es una fuente de descubrimiento de propiedades medicinales de costo menor a la producción de fármacos sintéticos (Avello y Cisternas, 2010).

4.2. Tintura

Concepto

Solución hidroalcohólica formulada con plantas medicinales maceradas o trituradas en alcohol, durante un tiempo suficiente para que las propiedades se transfieran al alcohol. Posteriormente, se cuela y agrega alcohol hasta alcanzar el peso inicial. El alcohol es un excelente disolvente orgánico que permite la conservación por un largo tiempo de las propiedades medicinales (Berdonces, 2019).

4.3. Eucalipto (*Eucalyptus globulus*)

Clasificación taxonómica

| | |
|-----------|--|
| Reino: | <i>Plantae</i> |
| División: | <i>Magnoliophyta</i> |
| Clase: | <i>Magnoliopsida</i> |
| Orden: | Myrtales |
| Familias: | <i>Myrtaceae</i> |
| Géneros: | <i>Eucalyptus</i> |
| Especie: | <i>Eucalyptus globulus</i> (Quispe, 2018). |

Descripción botánica y distribución

Árbol perennifolio, de la familia Myrtaceae, puede alcanzar los 45-70 m de altura y 20 m de diámetro. Hojas juveniles, opuestas, azuladas, ovadas, sésiles y glaucas; las hojas adultas lanceoladas, alternas y pecioladas. Todas las hojas tienen propiedades olfativas gracias a las glándulas secretoras en el mesófilo. En nuestro país se encuentra distribuida en toda la república (Quispe, 2018).

Propiedades físico-químicas naturales de interés

El Eucaliptol, compuesto de mayor proporción presente en las hojas (70- 80%), es un aceite esencial inmiscible al agua y miscible con éter, etanol y cloroformo. Contiene otros compuestos: pineno, eudesmol, felandreno y taninos (Quispe, 2018).

Mecanismo de acción plaguicida

El Eucaliptol (1,8-cineol) se ha reportado como un repelente de garrapatas, ácaros y nematodos. Numerosos autores han comprobado su mecanismo de acción larvícida y ovicida por contacto tóxico en algunos coleópteros, larvas de *Aedes aegypti* y el piojo (*Pediculus humanus capitis*) (Russo, 2013).

Sin embargo, según Gonzales, et al. (2016), comprobó que las características de los compuestos volátiles de la planta, presenta efectos fumigantes repelentes más que actividad insecticida por contacto.

Uso medicinal tradicional del Eucalipto

La infusión de las hojas está indicada para el tratamiento de trastornos respiratorios obstructivos crónicos como bronquitis y asma por vía interna. Vía externa se considera para el uso de síntomas dolorosos del aparato locomotor. Se menciona que presenta propiedades repelentes de insectos e insecticida, y como antiséptico para el tema de microorganismos (Fresquet, 1995).

4.4. Tabaco (*Nicotiana tabacum*)

Clasificación taxonómica

| | |
|-----------|---|
| Reino: | <i>Plantae</i> |
| División: | <i>Magnoliophyta</i> |
| Clase: | <i>Magnoliopsida</i> |
| Orden: | <i>Solanales</i> |
| Familias: | <i>Solanaceae</i> |
| Géneros: | <i>Nicotiana</i> |
| Especie: | <i>Nicotiana tabacum</i> (Santillan, 2015). |

Descripción botánica y distribución

Hierba robusta anual de la familia Solanaceae distribuida a nivel mundial. Alcanza 1 a 3 m de alto, con tallo erecto, grueso y con pocas ramas. Hojas sésiles, decumbentes en el tallo y de forma variable (ovada o lanceolada) hasta 50 cm de largo, ápice acuminado y base angosta. Esta planta es cultivada en Guatemala principalmente en el oriente (Chiquimula, Santa Rosa y Zacapa) (Santillan, 2015).

Propiedades físico-químicas naturales de interés

El principal componente natural es la Nicotina, alcaloide soluble en agua, con alta concentración en las hojas del tabaco, se deposita en forma de sales de ácidos orgánicos (Santillan, 2015).

Mecanismo de acción plaguicida

La nicotina es denominada un insecticida de contacto no persistente, con un mecanismo de acción que radica en mimetizar al neurotransmisor acetilcolina, al combinarse con su receptor en la membrana post - sináptica de la unión neuromuscular. El receptor acetil colinérgico reacciona con la acetilcolina y altera la permeabilidad de la membrana. La nicotina desencadena, en los receptores post sinápticos, impulsos nerviosos nuevos que provocan contracciones espasmódicas, convulsiones y finalmente la muerte (Rodríguez, et al., 2010; Jordán, 2014).

Uso medicinal tradicional del Tabaco

Es utilizado como analgésico para golpes, calambres, artritis y dolores de cabeza; como antiespasmódico, febrífugo, antihelmíntico, antidiarreico, antiséptico, fungicida, expectorante e insecticida contra pulgones y tortuguillas, en cultivos, para extracción de gusanos colmoyote en bovinos y sarna en equinos. Utilizado para infecciones respiratorias como catarro, dolores de cabeza y dolor de nariz (Jordán, 2014; Santillan, 2015).

4.5. Infestación por garrapatas

Definición

Clínicamente la garrapatosis es la presencia de garrapatas sobre la piel del hospedero en diferentes partes del cuerpo. Son ácaros macroscópicos, parásitos obligados de mamíferos (incluido al hombre), aves y reptiles domésticos y silvestres (Soto, 2014; Ramírez et al., 2016).

Importancia

A nivel mundial posee alta importancia económica y sanitaria, debido a su acción hematófaga, vectorial de hemoparásitos e inoculación de toxinas. Además, son considerados el segundo grupo de vectores (posterior a los mosquitos) de importancia en transmisión de enfermedades a animales y al hombre (zoonóticas) como la Babesiosis, Anaplasmosis, Ehrlichiosis, enfermedad de Lyme, entre otras (Ramírez et al., 2016; Cortés, 2018).

Es perjudicial dado que causa pérdida de sangre debido a la alta infestación de garrapatas que se alimentan del hospedero, y favorecen la aparición de infecciones secundarias por las heridas que causan (Ramírez et al., 2016).

Clasificación taxonómica

Phylum: *Arthropoda*
 Subphylum: Chelicerata
 Clase: *Arachnida*
 Subclase: *Acari*
 Orden: *Acarina*
 Suborden: *Ixodoidea*
 Familia: *Ixodidae - Argasidae*

La diferencia principal entre ambas familias es que, *Argasidae* alberga las garrapatas blandas e *Ixodidae*, las garrapatas duras. Las garrapatas *Ixodidae* se caracterizan por la presencia de escudo de quitina y el capítulo se encuentra en posición anterior en todos los estados evolutivos (Ramírez et al., 2016).

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de la familia *Ixodidae*

| Familia | Subfamilia | Género | Número de especies |
|-----------------|------------------------|----------------------|--------------------|
| Ixodidae | <i>Ixodinae</i> | <i>Ixodes</i> | 217 |
| | <i>Rhipicephalinae</i> | <i>Dermacentor</i> | 30 |
| | | <i>Rhipicephalus</i> | 75 |
| | <i>Hyalomma</i> | <i>Hyalomma</i> | 30 |
| | <i>Haemaphysalinae</i> | <i>Haemophysalis</i> | 155 |
| | <i>Amblyomminae</i> | <i>Amblyomma</i> | 102 |

Fuente: (Ramírez et al., 2016)

Morfología

Cuerpo o idiosoma redondeado, sin segmentación, aplanado dorso-ventralmente y piezas bucales (gnatosoma o capítulo) anterior y separada del idiosoma. Fases inmaduras y adultos presentan espiráculos (sistema respiratorio) a los lados del idiosoma detrás del último par de patas. Todas las garrapatas, presentan 4 pares de patas con 6 segmentos (uno anclado al idiosoma). Excepto las larvas, que presentan 3 pares de patas (Nava et al., 2017).

Sobre la porción anterior de la base del capítulo están los palpos, uno a cada lado del par de quelíceros y el hipostoma central. Los palpos están formados por cuatro artejos, siendo el cuarto el más distal. Cada quelíceros presenta cuchillas de gran tamaño en el extremo distal, y el hipostoma numerosos dientes pequeños o denticulos (Soto, 2014; Ramírez et al., 2016).

Dimorfismo sexual manifiesto en adultos de la familia *Ixodidae*, el escudo quitinoso que limita la expansión del cuerpo en machos, por su rigidez, cubriendo la totalidad del dorso. Al contrario, las hembras pueden dilatar su volumen corporal por la síntesis de nueva cutícula en zonas corporales no cubiertas por el escudo, dando el aspecto de una pequeña placa en la porción anterior al estar repletas. Las áreas porosas presentes en la base del capítulo de las hembras, están ausentes en el macho (Soto, 2014; Ramírez et al., 2016; Nava et al., 2017).

Ciclo biológico

Poseen 4 estados evolutivos en su ciclo vital: huevo, larva hexápoda, ninfa octopoda y adultos. Cada transformación entre estado, requiere de una muda. El desarrollo de las garrapatas ocurre en uno, dos o tres huéspedes. Para que ellas logren su desarrollo, es necesario que cursen por tres fases: no parasítica, de encuentro y parasítica (Ramírez et al., 2016).

Fase no parasítica

Llamada de vida libre y comprende desde que la hembra teleogina se desprende del hospedero, hasta la aparición de las larvas en la vegetación, y se compone de 5 periodos. La pre-oviposición comprende desde el desprendimiento

hasta la postura del primer huevo. La oviposición es el tiempo desde que inicia la postura de los primeros hasta los últimos huevos. La post-oviposición es el periodo desde que la garrapata teleogina pone el último huevo hasta su muerte. Los huevos al ser colocados, son cubiertos por una sustancia protectora y permanecen unidos en forma de racimo. La incubación comprende desde que se inicia la oviposición hasta que emergen las larvas y es afectada por factores ambientales como la humedad y temperatura. Y, por último, la eclosión que es el periodo en donde la larva emerge del huevo (Soto, 2014; Ramírez et al., 2016).

Fase de encuentro

Proceso de transmisión de larvas de la vegetación al hospedero. Periodo crítico ya que, necesitan encontrar un hospedero adecuado, nutrirse para completar su ciclo, además, a veces resiste a periodos de inanición. Se compone de dos periodos. El pasivo, que es el primer estímulo posterior a la eclosión, se requiere un lapso para que las larvas adquieran viabilidad para resistir al medio ambiente. Y, la búsqueda, que es el tiempo entre el periodo pasivo y el encuentro con el hospedero, y va depender de la resistencia al medio ambiente (Soto, 2014; Ramírez et al., 2016).

Aspectos fisiológicos y de comportamiento permiten a la larva detectar movimientos de hospederos cercanos. Encontrándose agrupadas en grandes cantidades en la parte superior de los pastos, son estimuladas por el CO₂ liberado por la piel de los animales, adaptando su posición particular al sostenerse en sus dos patas posteriores, extendiendo el par anterior para adherirse al hospedero (Soto, 2014; Ramírez et al., 2016).

Fase parasítica

Periodo que completa el ciclo biológico, desarrollándose eventos patológicos sobre el hospedero que conllevan a pérdidas directas e indirectas por la presencia de larvas, ninfas y adultos. La larva debe sobrepasar barreras del hospedero como: tipo y espesor de pelo, capilarización, densidad de glándulas sudoríparas y sebáceas, y evadir acicalamientos (Soto, 2014; Ramírez et al., 2016).

4.6. Garrapata (*Rhipicephalus (Boophilus) microplus*)

Clasificación taxonómica

Familia: *Ixodidae*

Género: *Rhipicephalus*

Especie: *Rhipicephalus microplus* (CFSPH, 2007).

Generalidades

Ectoparásito que provoca altas infestaciones en bovinos, équidos, ovi-caprinos, y otros, en diferentes partes del cuerpo. Distribuida a nivel mundial mayormente en regiones tropicales y subtropicales (Flores, 2015).

Características morfológicas y dimorfismo sexual

Los palpos son muy cortos y comprimidos, surcados dorsal y lateralmente. En vista dorsal la base del capítulo es hexagonal. Posee ojos, no presenta ornamentación, carente de festones, el espiráculo es redondo u ovalado (CFSPH, 2007).

La hembra presenta un surco anal atrofiado, aguijones internos y externos de la coxa I, más redondos y anchos que largos, similares a los aguijones externos de las coxas II y III. La coxa IV puede o no presentar aguijón muy pequeño (Ramírez et al., 2016).

El macho presenta escudos adanales y accesorios, el surco anal es poco visible. Así mismo, el proceso caudal en la extremidad posterior del cuerpo puede o no estar presente (Ramírez et al., 2016)

Ciclo biológico

Es una garrapata de un solo huésped. Las larvas sobreviven 7 meses en inanición, y en época de verano, 60 días. Estas se convierten en adultos en 45 días. El macho adulto recién emergido se alimenta por varias horas, luego se traslada sobre el hospedero para buscar hembras. La hembra adulta, se adhiere firmemente al hospedero con espera de que la fecunden, posterior a ese suceso, se alimenta

lentamente por 5 días, acelerando la velocidad de alimentación en la fase final de nutrición hasta saciarse completamente (CFSPH, 2007; Ramírez et al., 2016).

Según la temperatura, la pre-oviposición dura de 2-39 días, la oviposición de 15 días o 44 días (T° bajas), y la eclosión de 14-202 días. De la eclosión emerge la larva que busca y se adhiere a la piel del huésped, alimentándose por 4-19 días, y posteriormente pierde movilidad. Los mejores porcentajes de eclosión se obtienen a temperaturas óptimas de 29-35°C, donde es superior al 80% (CFSPH, 2007; Jordán, 2014).

Las larvas adhieren su capítulo en la piel del hospedero en menos de 1 hora de encontrarlo, aunque cierto porcentaje de estas se mantienen errantes por 2-3 días. Estas se alimentan por 4-19 días, hasta que el cuerpo crece a tal punto que las patas están rígidas y pierden movilidad. Ocurre una muda a los 6 días post adhesión, emergiendo una ninfa joven, adhiriéndose cerca o en otra región corporal para alimentarse hasta saciarse y mudando una vez más a los 8 días en adulto (CFSPH, 2007; Jordán, 2014).

El ciclo de vida completo, se completa entre 41 y 300 días, en este lapso se incluyen los períodos: parasítico, que oscila entre 18-38 días, y, el no parasítico, que varía entre 89-251 días (Jordán, 2014; Ramírez et al., 2016).

Patogenia

Causan daño directo por acción traumática en la piel y acción expoliatríz al sustraer líquidos corporales (sangre). Daño indirecto por acción tóxica y antigénica causada por las secreciones salivales anticoagulantes, y transmisión de microorganismos patógenos causantes de la Piroplasmosis y Babesiosis (Ramírez et al., 2016).

Las enfermedades transmitidas al equino son: la Babesiosis (*Babesia caballi*, *Theileria equi*), y Anaplasmosis (*Anaplasma marginale*). Generan cuadros clínicos graves, con fiebre ondulante y anemia por acción hematófaga de la garrapata y hemolítica por los hemoparásitos (Castelblanco et al., 2013).

Prevención y control tradicional

Mediante el uso de productos químicos de uso tópico (baños). Se comercializan grupos químicos para el control de garrapatas los cuales son: piretroides sintéticos, organofosforados, amidinas, fenilpirazolonas e inhibidores del crecimiento (Jordán, 2014; Ramírez et al., 2016).

Cuadro 2. *Mecanismo de acción de acaricidas sintéticos.*

| Familia | Mecanismo de acción |
|------------------------------------|---|
| Piretroides sintéticos | Produce interferencia en el mecanismo iónico de la membrana axonal, inhibiendo el calcio y los canales de cloro en receptores GABA, que estimula impulsos nerviosos y paralizan el cuerpo del artrópodo. |
| Organo fosforados | De acción tóxica, bloquea colinesterasas del sistema nervioso. Durante la sinapsis el impulso es transmitido por acetilcolina, la cual, es destruida por la colinesterasa, de esta manera la sinapsis puede ser anulada para otra transmisión. |
| Amidinas | Agonista de receptores OPM (octopamina) de artrópodos. La OPM es un neurotransmisor pre y post sináptico del sistema nervioso central y periférico, modulando la excitabilidad muscular. Esto produce una hiperexcitabilidad, interfiriendo en la motilidad y su acción letal por fijación de la molécula a los receptores específicos OPM. |
| Fenil pirazolonas | Impide la transmisión nerviosa bloquea canales de cloro, estimulando la liberación de GABA, el cual, se fija sobre los receptores impidiendo el impulso y produciendo parálisis del atropado. |
| Inhibidores del crecimiento | De acción sistémica, bloqueando el desarrollo de la garrapata en las etapas críticas de vida, afectando la síntesis de quitina para su exoesqueleto, impidiendo la muda de piel de una etapa a otra y esterilizando los huevos. |

Fuente: (Jordán, 2014; Cortés, 2018)

Resistencia a los acaricidas químicos

Es un fenómeno mundial que se hace notable cada vez más y afecta las zonas tropicales y subtropicales, siendo el factor principal la dependencia casi exclusiva de las fórmulas químicas para el control antiparasitario (Cortés, 2018). Aunado a lo anterior, hay falta de investigación para la obtención de nuevas moléculas eficaces, debido al alto costo que representa (Montañez et al., 2017).

La garrapata *R. microplus* ha desarrollado un grado importante de resistencia a los organofosforados, la cual, es causada por mecanismos de detoxificación y por alteraciones o insensibilidad de la acetilcolinesterasa, que es su sitio blanco de acción en insectos y arácnidos (Montañez et al., 2017).

Técnica de inmersión de adultos

Fue descrita por Drummond en 1973 para garrapatas teleoginas, es referencia a nivel mundial aprobada por la FAO para la detección de resistencia ixodicida. El criterio para diagnosticar susceptibilidad o resistencia a un acaricida es la producción de huevos después del tratamiento (FAO, 2004; Araque et al., 2014).

Se basa en la inmersión de teleoginas en varias concentraciones del acaricida incluyendo la dosis terapéutica recomendada por los fabricantes, obteniendo el peso de la masa total de huevos, porcentaje de eclosión, eficacia y factor de resistencia al producto (FAO, 2004; Araque et al., 2014).

Estas pruebas realizadas in vitro son una aproximación del comportamiento del principio activo in vivo y son útiles para detectar fallas en el manejo del compuesto acaricida durante la preparación y aplicación de los baños (FAO, 2004; Araque et al., 2014).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Materiales

5.1.1. Recursos humanos

- Coordinador Rural de SABESA: M.V. José Leonardo Montúfar
- Coordinador Veterinario de SABESA: Lic. Zoot. Boanerges Alejandro Salazar
- Auxiliar de campo: Rafael Porras
- Estudiante investigador

5.1.2. Recursos biológicos

- 360 garrapatas teleoginas de *R. microplus* de
- 15 equinos con infestación de *R. microplus*
- 100 g de hojas de Eucalipto seco (*E. globulus*)
- 100 g de Tabaco seco (*N. tabacum*)

5.1.3. Recursos de campo

- Vehículo 4x4
- Combustible
- Pinzas sin diente de ratón
- Frascos de vidrio con tapadera
- Hielera
- Bloques de gel congelante
- Gamarra y lazos para sujeción

5.1.4. Recursos de laboratorio

- Balanza analítica MH-200 (200 g/0.01 g)
- Lapicero
- Boletas de recolección de resultados
- 2 litros de alcohol etílico al 90%
- 1 litro de agua destilada

- 4 botellas de vidrio color ámbar con capacidad de 1,000 ml
- 12 cajas Petri de plástico
- Papel periódico
- Rollo de cinta adhesiva
- 4 pipetas
- Jeringas desechables de 10 ml
- 36 paletas baja lenguas
- 2 pinzas sin diente de ratón
- 4 coladores
- 1 Beaker de 1,000 ml
- 4 probetas de 100 ml
- 12 Beakers de 50 ml
- Rollo de papel mayordomo
- Cámara fotográfica
- Cronómetro
- Bolsas plásticas transparentes
- Incubadora digital de 15 litros Great Lab IB-9025A

5.1.5. Centros de referencia

- SABESA - Servicio de Apoyo en Bienestar Equino
- Laboratorio Clínico Chimaltenango

5.2. Métodos

5.2.1. Localización del estudio

El estudio se llevó a cabo en tres fases. La primera fase se realizó en las instalaciones de SABESA ubicadas en el Casco Central de Zaragoza, Chimaltenango. La segunda fase en la aldea Las Colmenas, Zaragoza, Chimaltenango. Y, por último, la tercera fase, en la 1ra calle, 05-96, zona 3 de la cabecera de Chimaltenango, en el Laboratorio Clínico Chimaltenango.

5.2.2. Obtención y colección de material vegetal

Se adquirieron 10 unidades de puros de Tabaco (*N. tabacum*) en el mercado central de Zaragoza, Chimaltenango, para obtener 100 gramos de material seco.

Así mismo, se colectaron 4 ramas juveniles de Eucalipto (*E. globulus*), del jardín botánico de las instalaciones de SABESA, en Zaragoza, Chimaltenango. Posteriormente se recolectaron únicamente las hojas, colocadas en papel mantequilla, bajo el sol, para el proceso de deshidratación por 5 días. Por último, se pesaron 100 gramos de eucalipto deshidratado.

5.2.3. Elaboración de Tinturas

La preparación de las tinturas se ejecutó en las instalaciones de SABESA, en Zaragoza, Chimaltenango, elaboradas en 2 fases.

La primera fase consistió en la producción de las tinturas de Tabaco y Eucalipto al 10%. Para ello, se pesó y depositaron 100 gramos de cada material vegetal en 2 botellas de vidrio color ámbar (identificadas según la tintura) con la cantidad suficiente de 100 ml de alcohol etílico al 90%, para extraer sus propiedades químicas, dejando reposar ambas tinturas por 30 días. Posteriormente se colaron para obtener 2 tinturas finales (Fitocomplejos) al 10%.

Consecutivamente, en la segunda fase, se elaboraron las tinturas: Mezcla de ambas y Control al 10%. Para ello, será necesario mezclar en una botella de vidrio ámbar, 500 ml de ambas tinturas realizadas en la primera fase, para obtener la tintura mezcla al 10%. Y, por último, para la tintura control, dado a sus características particulares, de ausencia de material vegetal medicinal, únicamente, fue necesario depositar 500 ml de alcohol etílico al 90% en una botella de vidrio ámbar. No obstante, en esta fase, se obvió el proceso de reposo, ya que previamente, fue completado ese proceso.

5.2.4. Obtención de garrapatas

Las garrapatas (*R. microplus*) fueron colectadas durante jornadas de desparasitación dedicadas a caballos de trabajo, realizadas en las aldeas: Mancheren grande, Las Colmenas, y Las Lomas, del municipio de Zaragoza, departamento de Chimaltenango. Estas fueron separadas meticulosamente a contra pelo, para extraer su aparato bucal. Las garrapatas se colocaron en un frasco de vidrio con tapadera, y transportadas en cadena fría, para disminuir el metabolismo de los ectoparásitos.

Posteriormente fueron llevadas al Laboratorio Clínico Chimaltenango donde se lavaron, para eliminar residuos contaminantes, y clasificaron las hembras teleoginas en mejor estado (sin daños mecánicos e inactividad), obteniendo 120 garrapatas por semana, para realizar la técnica de inmersión de la FAO.

5.2.5. Diseño del estudio

Se realizó un diseño experimental completamente al azar

5.2.6. Tinturas realizadas

Se realizaron 4 tinturas:

- Tintura 1 (T1): Tintura de Tabaco (*N. tabacum*) al 10%
- Tintura 2 (T2): Tintura de Eucalipto (*E. globulus*) al 10%
- Tintura 3 (T3): Tintura de Eucalipto (*E. globulus*) y Tabaco (*N. tabacum*) al 10%
- Tintura control (Tc): Tintura sin planta medicinal (únicamente alcohol al 90%)

5.2.7. Diluciones utilizadas

Se realizaron 3 diluciones para cada tintura, una dilución mayor, media y menor.

- Dilución 1 (D1): 0.2:1
- Dilución 2 (D2): 0.5:1
- Dilución 3 (D3): 0.8:1

Se prepararon las diluciones con agua destilada, con cada uno de los tratamientos en estudio, con el fin de determinar la dilución ixodicida mínima efectiva.

5.2.8. Tratamientos

En total se obtuvieron 12 tratamientos representados de la siguiente manera:

Cuadro 3. Representación textual de cada tratamiento.

| Tratamiento | Denominación | Tratamiento | Denominación |
|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| No. 1 | T1D1 | No. 7 | T3D1 |
| No. 2 | T1D2 | No. 8 | T3D2 |
| No. 3 | T1D3 | No. 9 | T3D3 |
| No. 4 | T2D1 | No. 10 | TcD1 |
| No. 5 | T2D2 | No. 11 | TcD2 |
| No. 6 | T2D3 | No. 12 | TcD3 |

Nota: la letra “T” representa a la tintura y “D” a la dilución

5.2.9. Técnica de inmersión de hembras teleoginas

Para evaluar el efecto ixodicida de las diluciones por tintura en estudio, fue utilizada la técnica de inmersión de adultas de la FAO. Se evaluó, cada 7 días, una dilución para cada una de las tinturas, hasta completar las 3 diluciones.

Por lo tanto, semanalmente, se distribuyeron 120 garrapatas de forma aleatoria, en 12 grupos de 10 garrapatas. La inmersión de cada grupo de garrapatas, se realizó en 20 ml de la dilución correspondiente durante 30 minutos. Posteriormente, fueron secadas con papel mayordomo y adheridas de manera alterna en cinta adhesiva dentro de 12 cajas de Petri identificadas según la dilución del tratamiento al que fueron expuestas y se llevadas al proceso de incubación

(Temperatura 27°C y Humedad Relativa 85%) por 7 días. El procedimiento se repitió 3 veces, hasta completar el estudio.

5.2.10. Procedimiento de recolección de datos

- Número de garrapatas inicial por tratamiento

Cada tratamiento consistió de 10 garrapatas (1 unidad experimental).

- Número de garrapatas muertas por tratamiento

Se realizó el conteo de garrapatas muertas a los 7 días pos incubación.

- Número de garrapatas que ovipositaron por tratamiento

Se realizó el conteo de las garrapatas que ovipositaron, por cada unidad experimental, al final de la incubación.

- Peso inicial de las unidades experimentales

Se realizó el pesaje en gramos (g), con una balanza analítica, de las garrapatas teleoginas al inicio de la incubación.

- Peso final de las unidades experimentales

Al final de la incubación, se realizó el pesaje en gramos (g), con una balanza analítica, de las garrapatas

- Peso de la oviposición por tratamiento

Se realizó el pesaje en gramos (g), con una balanza analítica, de los huevos provenientes de la oviposición por cada unidad experimental.

5.2.11. Variables de estudio

A los 7 días de incubación, se estimaron las siguientes variables:

- Porcentaje de mortalidad

$$Mortalidad = \frac{\text{Número de garrapatas muertas}}{\text{Número de garrapatas totales}} \times 100$$

La mortalidad de las hembras teleoginas fue evaluada mediante estimulación motora con pinzas y calor, descartando las garrapatas inactivas o muertas.

- Oviposición

$$Oviposición = \frac{\text{Número garrapatas tratadas que ovipositaron}}{\text{Número de garrapatas tratadas}} \times 100$$

Ésta variable tomo en cuenta: el conteo de garrapatas que realizaron oviposición, colección y pesado de la masa total de huevos por tratamiento.

5.2.12. Análisis estadístico

Al final del estudio se obtuvo el promedio del porcentaje de la mortalidad y oviposición y se realizó un Análisis de Varianza (ANOVA) en el programa de Office Excel, para determinar si había diferencias significativas entre el efecto ixodicida de las diluciones realizadas.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El efecto ixodicida, in vitro, contra la fase adulta de *Rhipicephalus microplus* se determinó por medio de Técnica de inmersión de hembras teleoginas a los 7 días, se obtuvo en la Dilución 0.2:1 del 33% en la Tintura de Tabaco (*N. tabacum*), 53% en la Tintura Eucalipto (*E. globulus*), 57% en la Mezcla de Tintura de Tabaco y Eucalipto y 27% del Tratamiento Control. En la Dilución 0.5:1 se alcanzó un 57% de mortalidad en la Tintura Tabaco, 43% en la Tintura de Eucalipto, 53% de la Mezcla de Tintura de Tabaco y Eucalipto y 47% del Tratamiento Control. Y en la Dilución 0.8:1, el porcentaje de mortalidad fue de 53% en la Tintura de Tabaco, 43% en la Tintura de Eucalipto, 60 % de la Mezcla de Tintura de Tabaco y Eucalipto y 47% del Tratamiento Control (Tabla 4, Figura 1).

El mayor porcentaje de mortalidad contra *R. microplus* obtenida en la Tintura de Tabaco fue de 57% y la menor fue de 33%. El mayor porcentaje de mortalidad obtenida en la Tintura de Eucalipto fue de 53% y la menor fue de 43%. El mayor porcentaje de mortalidad obtenida en la Mezcla de la Tintura de Tabaco y Tintura de Eucalipto fue de 60% y la menor fue de 53% (Tabla 4).

Los datos fueron evaluados mediante un Análisis de Varianza, y se determinó, con un nivel de significancia del 5%, que los resultados obtenidos no presentaron diferencias significativas entre las medias del porcentaje de mortalidad y porcentaje de oviposición de las tinturas evaluadas.

La Tintura Tabaco (*N. tabacum*), por individual, alcanzó resultados ixodicidas ineficientes en todas las diluciones aplicadas (entre 33-57% de mortalidad), obteniendo también el menor porcentaje de mortalidad del estudio (dilución 0.2:1) del 33%. A pesar de ello, presentó mejor efecto ixodicida, en comparación con los resultados del estudio elaborado por Jordán, (2014), en el cual, obtuvo porcentajes de mortalidad nulos (0%), en todas sus diluciones, utilizando la infusión como método de extracción de la Nicotina. Sin embargo, Rodríguez et al. (2010), logró porcentajes de mortalidad del 100% sobre garrapatas *R. microplus* medianas y

larvas de clima frío con varias diluciones mediante extracción lixiviación en frío (extracto puro, 7.5:10 y 5:10). Cabe resaltar que los efectos obtenidos podrían influir por el método de extracción de la planta.

A pesar de no encontrar estudios que evidencien el efecto ixodicida contra *R. microplus* por parte del Eucalipto (*E. globulus*), en este estudio, obtuvo mortalidades inefectivas para ser considerado como una alternativa ectoparasiticida natural. No obstante, un estudio similar elaborado por González et. al (2016), evaluó el efecto insecticida sobre el coleóptero (*Sitophilus zeamais*), con aceite esencial (obtenido por lixiviación por calor), con 2 variedades: *Eucalyptus nitens* y *E. globulus*, y determinó una mortalidad en adultos por contacto en superficie tratada del 40% (dilución 4 y 8%) únicamente con *E. globulus*, obteniendo la misma mortalidad con *E. nitens* (15 µL) en efecto fumigante. Logrando mejores resultados con efecto repelente, donde todos los tratamientos fueron efectivos. Por tanto, podemos concluir, que el Eucalipto, evidencia mejores efectos repelentes que insecticida o ixodicida, sin embargo, hay que realizar mayores estudios similares para poder concluir definitivamente esta interrogante.

Las tinturas de Eucalipto y Tabaco de forma individual muestran resultados ixodicidas bajos, sin embargo, al realizar la mezcla de ambas, alcanzó el único valor mínimo aceptable de efecto ixodicida en la dilución 0.8:1, con 60% de mortalidad, por tanto, podemos atribuir que la Nicotina y el Eucaliptol presentan relación sinérgica, donde potencializan su efecto garrapaticida en conjunto. En este caso, no se encontraron estudios similares donde hayan determinado el efecto insecticida o ixodicida de ambas plantas, pero según nos demuestran estos resultados, es un producto potencialmente eficiente, no obstante, es necesario realizar mayor investigación que compruebe y respalde ese efecto.

El efecto en la oviposición, in vitro, sobre la fase adulta de *R. microplus*, que ejerce por medio de Técnica de inmersión de hembras teleoginas a los 7 días, se obtuvo en la Dilución de 0.2:1 el porcentaje promedio de oviposición fue de 77% con las tinturas de Tabaco, 77% en la Tintura Eucalipto, 70% en la Tintura Mezcla de

Tabaco y Eucalipto y 70% en el Tratamiento Control. En la Dilución 0.5:1, el porcentaje de oviposición fue de 57% en la Tintura de Tabaco, 60% en la Tintura de Eucalipto, 60 % de la mezcla de Tabaco y Eucalipto y 70% del grupo Control. En la Dilución 0.8:1, el porcentaje de oviposición fue de 67% en la Tintura de Tabaco, 77 % en la Tintura de Eucalipto, 33 % de la mezcla de Tabaco y Eucalipto y 60% del grupo Control (Tabla 1, Figura 2).

La dilución 0.8:1 de la Tintura mezcla de Tabaco y Eucalipto, evidenció el menor porcentaje de oviposición (33%), a diferencia de las tinturas por individual de Tabaco y Eucalipto que demostraron un porcentaje de oviposición del 77% (Tabla 1).

La Tintura de Tabaco, en la dilución 0.5:1, obtuvo un porcentaje de inhibición de oviposición del 43.3% contra *R. microplus* similar al estudio de Rodríguez et al. (2015), donde alcanzó un porcentaje de inhibición de oviposición mayor al 50% (dilución 50/50) del extracto etanólico (obtenido mediante Lixiviación en calor). Por el contrario, se obtuvieron mejores resultados que el estudio elaborado por Jordán, (2014), en el cual, los porcentajes de inhibición fueron nulos (100% de oviposición), utilizando la infusión como método de extracción de la Nicotina.

Todos los resultados obtenidos son poco efectivos para ser considerados como una alternativa natural ixodicida, puesto que debe alcanzar un porcentaje de efectividad mayor al 90% de inhibición de oviposición y una mortalidad mayor al 60%, siendo estos, los mínimos aceptables internacionalmente (Bravo et al, 2018; Rodríguez et al, 2018; FAO, 2004). Además, según el comportamiento de resultados, no existe una relación directa entre el aumento de la concentración de las tinturas con la eficiencia ixodicida (Figura 1, Figura 2).

Se tomó como referencia un valor no mayor de 10% de mortalidad mínima para los tratamientos control, de lo contrario, se puede sospechar de un mal manejo de material biológico (Rodríguez et al. 2018). Sin embargo, los resultados del tratamiento control arrojaron resultados poco esperados, debido a que se obtuvieron

porcentajes de mortalidad entre 26% a 46% (Tabla 4). Existen distintos factores que pudieron influenciar en los valores, como: tratamientos comerciales previos con garrapaticidas de larga acción a los animales muestreados, garrapatas dañadas al momento de colección, susceptibilidad del alcohol por parte de la garrapata, contaminación de materiales de colección con productos tóxicos al contacto, manejo inadecuado de la cadena fría, baja permeabilidad de cutícula hacia el producto natural (propiedades químicas), resistencia natural de la garrapata, fluctuación de temperatura y/o humedad relativa de la caja de incubación, contaminación con microorganismos de la caja Petri, entre otros.

Los métodos de extracción de productos naturales tienen diferente efectividad en calidad y pureza de los mismos en el producto final, logrando adquirir mejores concentraciones en técnicas elaboradas a nivel de laboratorio. Tal y como lo reporta el estudio de Rodríguez et al. (2018) donde evaluó el efecto ixodicida de 9 extractos de plantas medicinales con 3 diferentes métodos de extracción; (Soxhlet, Percolación y Maceración), obteniendo mejores resultados de inhibición sobre la garrapata *R. microplus* con las plantas *Myrcianthes leucoxylla*, *Phytolacca bogotensis*, *Alnus acuminata*, *Bidens pilosa* y *Morus alba*, procesadas con el método de destilación por Soxhlet, y evidenciando una diferencia significativa con las otras técnicas de hidrodestilación, mencionadas anteriormente.

Unas de las desventajas de las técnicas de extracción en laboratorio, es que requiere solventes químicos y equipo poco accesibles, lo que representa productos de alto valor económico. Por lo cual, impide que sea una opción para la población del área rural, siendo uno de los fines primordiales de este estudio, validar una alternativa natural eficaz y económica contra la garrapata *R. microplus*. De este modo, podemos mencionar que la tintura es un método de extracción poco efectiva para obtener una cantidad de Nicotina y Tabaco (por individual) que se obtengan resultados ixodicidas efectivos, por lo tanto, se recomienda validar otras técnicas de extracción o incrementar la concentración de la tintura, para determinar si existe un incremento en su efecto a concentraciones con mayor pureza.

VII. CONCLUSIONES

- La dilución 0.8:1 de la Tintura Mezcla de Eucalipto (*E. globulus*) y Tabaco (*N. tabacum*) al 10% posee un efecto ixodicida mínimo efectivo con un 60% de mortalidad, siendo un producto potencialmente eficiente.
- La Tintura Mezcla de Eucalipto (*E. globulus*) y Tabaco (*N. tabacum*) al 10% en la dilución 0.8:1 posee un porcentaje de oviposición de 33%, siendo el valor mínimo obtenido en el estudio, sin embargo, no es un valor mínimo aceptable para una alternativa garrapaticida.
- Ninguna de las diluciones de las tinturas Eucalipto (*E. globulus*) y Tabaco (*N. tabacum*), por individual, presenta efectos ixodicidas efectivos para ser una alternativa garrapaticida natural.

VIII. RECOMENDACIONES

- Tomar en cuenta tratamientos ixodicidas comerciales previos que han sido aplicados a los animales, antes de coleccionar las garrapatas, para evitar muestrear animales con los mismos, y alteren los resultados ixodicidas.
- Evaluar el efecto ixodicida de la mezcla de Tabaco y Eucalipto en otras diluciones más concentradas para confirmar el efecto ixodicida sobre la garrapata *R. microplus*.
- Utilizar otros métodos de extracción para obtener concentraciones mayores de Nicotina y Eucaliptol en los productos finales que logren efectos ixodicidas más eficientes.
- Utilizar otras alternativas de materiales para fijación de garrapatas a la caja Petri durante el proceso de incubación que permita coleccionar y pesar de manera óptima la oviposición.
- Realizar pruebas de cromatografía en capa fina (CCF) a los productos naturales finales para determinar la presencia de los compuestos naturales de interés.

IX. RESUMEN

La garrapata *Rhipicephalus microplus* tiene distribución mundial y presenta alta importancia económica y sanitaria para los animales de producción, teniendo un alto costo e impacto ambiental el control tradicional (químico). El objetivo fue determinar el efecto ixodicida, in vitro, contra la fase adulta de *R. microplus* de Tinturas *Eucalyptus globulus*, *Nicotiana tabacum*, y mezcla de ambas.

Se utilizaron 360 garrapatas de *R. microplus* colectadas de caballos infestados en Zaragoza, Chimaltenango. Fue utilizada la técnica de inmersión de adultas de la FAO con 3 diluciones, realizadas con agua destilada: 0.2:1, 0.5:1, 0.8:1; por cada tintura al 10% en estudio: *E. globulus*, *N. tabacum*, mezcla de ambas y tintura control (sin planta medicinal). Las garrapatas fueron distribuidas completamente al azar, adheridas con cinta adhesiva a cajas Petri identificadas según la dilución expuesta e incubadas (27°C y 75% HR), determinando porcentaje de mortalidad y oviposición a los 7 días.

Se obtuvo un 60% de mortalidad y 33% de oviposición para dilución 0.8:1 de tintura mezcla, 57% y 70% para dilución 0.5:1 de tintura Tabaco, y la dilución 0.2:1 de tintura mezcla. Con un nivel de significancia del 5%, no hay diferencias significativas, ni efectos ixodicidas mínimos aceptables internacionalmente (menor al 60% de mortalidad). El tratamiento control fue afectado por factores por presentar mortalidad mayor al 10%. La tintura mezcla de *E. globulus* y *N. tabacum* al 10%, es la única que mostró efectos ixodicidas mínimos efectivos, sin embargo, no es una alternativa natural efectiva para el control de la garrapata *R. microplus*.

Palabras claves: Efecto Ixodicida, tintura, inmersión de adultas, oviposición, incubación.

SUMMARY

The *Rhipicephalus microplus* tick has a global distribution, with high economic and sanitary importance for the livestock animals; the chemical control has a high environmental impact and increases the production cost. The objective was to determine the ixodicidal effect, in vitro, against the adult phase of *R. microplus* of Tinctures *Eucalyptus globulus*, *Nicotiana tabacum*, and a mixture of both.

They used 360 *R. microplus* ticks, collected from infested horses in Zaragoza, Chimaltenango. The FAO's adult immersion technique was used with three dilutions of distilled water; 0.2:1, 0.5:1, 0.8:1; for each 10% tincture under study; *E. globulus*, *N. tabacum*, mixture of both and control (without medicinal plant). The ticks were distributed randomly, adhered with scotch tape to Petri dishes, identified each treatment according to the dilution to which they were exposed, and they were incubated (27°C, 75% HR) determining the mortality and ovipositional percentage at 7 days.

Sixty percent of mortality was obtained and 33% of oviposition for the 0.8:1 dilution of mixed tincture, 57% and 70% for the 0.5:1 Tobacco tincture dilution and 0.2:1 mixture tincture dilution. Using 5% significance, there are no significant differences, nor minimal internationally acceptable ixodicidal effects (less than 60% mortality). The control treatment was affected by factors for presenting mortality greater than 10%. The mixed tincture of *E. globulus* and *N. tabacum* at 10% is the only one that showed minimal effective ixodicidal effects; however, it is not an effective natural alternative for controlling *R. microplus* tick.

Key words: Ixodicidal effect, tincture, immersion of adults, oviposition, incubation.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araque, A., Ujueta, S., Bonilla, R., Gómez, D., y Rivera, J. (2014). Resistencia a acaricidas en *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* de algunas explotaciones ganaderas de Colombia. *Revista U.D.C.A Act. & Div. Cient.* 17(1),161-170. Recuperado de:
<http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v17n1/v17n1a18.pdf>
- Avello, M., y Cisternas, F. (2010). Fitoterapia, sus orígenes, características y situación en Chile. *Revista Médica de Chile 2010*, 138(1), 1288-1293. Recuperado de: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rmc/v138n10/art%2014.pdf>
- Berdonces, J. (2019). *Enciclopedia de Fitoterapia y plantas medicinales*. Barcelona, España: Editorial RBA integral.
- Bravo, M., Coronado, A., Henríquez, H. (2008). Susceptibilidad de larvas y adultos de *Boophilus microplus* al ixodicida coumafos en explotaciones lecheras del estado Lara, Venezuela. *Zootecnia Tropical* 26(1), 41-46.
- Castelblanco, L., Sanabria, J., Cruz, A., y Rodríguez C. (2013). Reporte preliminar del efecto ixodicida de extractos de algunas plantas sobre garrapatas *Boophilus microplus*. *Revista cubana de plantas medicinales* 18(1), 118-130. Recuperado de
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962013000100014
- Cortés, J. (2018). Control integrado de garrapatas y su importancia en salud pública. *Revista Biomédica* 38(4), 452-455. Recuperado de
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-41572018000400452
- Fresquet, J. (1995). Eucalyptus globulus y medicina. *Revista de estudios Históricos de las Ciencias médicas* 58(1), 59-67. Recuperado de
https://digital.csic.es/bitstream/10261/12040/1/Eucalyptus_globulus.pdf

González, R., Silva, G., Urbina, A., y Gerding, M. (2016). ACEITE ESENCIAL DE Eucalyptus globulus Labill Y Eucalyptus nitens H. Deane & Maiden (MYRTACEAE) PARA EL CONTROL DE Sitophilus zeamais Motschulsky. *Scielo* 32(3), 204-216. Recuperado de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/chjaasc/v32n3/aop0516.pdf>

Jordán, H. (2014). *Evaluación del efecto ixodicida in vitro de la infusión de hojas de tabaco (Nicotiana tabacum) contra las garrapatas (Rhipicephalus microplus) en fase adulta del ganado* (tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/1612/1/Tesis%20Med%20Vet%20Alejandro%20Jordan.pdf>

Nava, S., Mangold, A., Simonato, G., Puntin, E., y Sproat, M. (2017). *Guía para la identificación de las principales especies de garrapatas que parasitan a los bovinos en la provincia de Entre Ríos, Argentina*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina: Ediciones INTA

Montañez, Y., Gutiérrez, D., Martínez, N., Herrera, Y., y Vergara, O. (2017). Resistencia in vitro de la garrapata equina (*Dermacentor nitens*) en el departamento de Córdoba, Colombia. *Revista colombiana de ciencia animal recia* 9(1). doi: 10.24188/recia.v9.n1.2017.499

Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2004). *Guideline resistance management and integrated parasite control in ruminants*. Agriculture Department. Animal Production and Health Division, FAO, Roma. Italia.

Ramírez, R., Trujillo, S., y Ramos, Y. (2016). *Identificación taxonómica, mediante clave, de familia, géneros y especies de garrapatas, en animales domésticos de cuatro comarcas del municipio El Sauce departamento León, de enero a marzo 2016* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Nicaragua. Recuperado de



<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/5380/1/231827.pdf>

Rodríguez, A., Rodríguez M., y Cruz, A. (2010). Efecto ixodicida de los extractos etanólicos de algunas plantas sobre garrapatas *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. *Revista MVZ Córdoba*, 15(3), 2175-2184. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69318985005>

Rodríguez, C., Gómez, D., Alberto, A., Quintero, O. (2015). Efecto de extractos de *Ambrosia cumanenses* y *Nicotiana tabacum*, sobre teleoginas de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. *Revista Cubana de Plantas Medicinales* 20(3). 323-334

Rodríguez, C., Pulido, N., y Moyano, M. (2018). Evaluación de varias especies vegetales para la inhibición de la oviposición y el control de la proliferación de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. *Revista cubana*, 15(2). 28-47
Recuperado de <https://revplantasmedicinales.sld.cu/index.php/pla/article/view/775/300>

Russo, S. (2013). *Toxicidad, efecto antialimentario y repelente de metabolitos secundarios de Eucalyptus globulus (Labill) (Myrtaceae) sobre coleópteros de importancia agrícola* (tesis doctoral). Universidad Nacional de la Plata, Buenos Aires, Argentina. Recuperado de: http://naturalis.fcnym.unlp.edu.ar/repositorio/_documentos/tesis/tesis_1275.pdf

Santillan, H. (2015). *Últimas investigaciones de la industrialización del tabaco (Nicotiana tabacum)* (tesis de pregrado) Universidad Nacional de Trujillo. Perú. Recuperado de <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/4379/SANTILLAN%20HONORIO%20HILBAR%20EDUARDO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Soto, A. (2014). *Comparación del efecto ixodicida in vitro de diferentes concentraciones de aceite de neem (Azadirachta indica) sobre garrapatas Boophilus sp de bovino* (tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de

Guatemala, Guatemala. Recuperado de
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/7364/1/Tesis%20Med%20Vet%20Ana%20Lucia%20Perez%20Soto.pdf>

The Center for Food Security and Public Health (CFSPH). (2007). *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. Recuperado de
https://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/es/boophilus_microplus-es.pdf



XI. ANEXOS

Cuadro 4. Resumen de resultados ixodicidas obtenidos de los tratamientos.

| | Tintura | <i>N. tabacum</i> al 10% | | | <i>E. globulus</i> al 10% | | | Mezcla de <i>E. globulus</i> y <i>N. tabacum</i> al 10% | | | Control (sin planta medicinal) al 10% | | |
|----------|---------|--------------------------|-------|-------|---------------------------|-------|-------|---|-------|-------|---------------------------------------|-------|-------|
| | | 0.2:1 | 0.5:1 | 0.8:1 | 0.2:1 | 0.5:1 | 0.8:1 | 0.2:1 | 0.5:1 | 0.8:1 | 0.2:1 | 0.5:1 | 0.8:1 |
| A | 0.2:1 | 0.5:1 | 0.8:1 | 0.2:1 | 0.5:1 | 0.8:1 | 0.2:1 | 0.5:1 | 0.8:1 | 0.2:1 | 0.5:1 | 0.8:1 | |
| B | 66.67 | 43.33 | 46.67 | 46.67 | 56.67 | 56.67 | 43.33 | 46.67 | 40.00 | 73.33 | 53.33 | 53.33 | |
| C | 33.33 | 56.67 | 53.33 | 53.33 | 43.33 | 43.33 | 56.67 | 53.33 | 60.00 | 26.67 | 46.67 | 46.67 | |
| D | 76.67 | 56.67 | 66.67 | 76.67 | 60.00 | 76.67 | 70.00 | 60.00 | 33.33 | 70.00 | 70.00 | 60.00 | |
| E | 1.04 | 0.98 | 1.23 | 0.9 | 0.96 | 0.93 | 1.16 | 0.98 | 1.19 | 0.82 | 0.98 | 0.97 | |
| F | 0.66 | 0.52 | 0.47 | 0.4 | 0.64 | 0.67 | 0.64 | 0.52 | 0.61 | 0.58 | 0.52 | 0.63 | |
| G | 38.82 | 30.77 | 35.56 | 41.43 | 34.67 | 40.00 | 34.67 | 34.67 | 27.65 | 41.88 | 33.89 | 39.38 | |

Nota: **A:** Dilución realizada, **B:** Porcentaje de Supervivencia, **C:** Porcentaje de Mortalidad, **D:** Porcentaje de Oviposición, **E:** Peso de hembras (g), **F:** Peso de huevos (g), **G:** Índice de Oviposición.

Figura 1. Porcentajes promedio de mortalidad por dilución realizada a tinturas de Tabaco (*N. tabacum*), Eucalipto (*E. globulus*), Mezcla de Tabaco y Eucalipto y Tintura control.

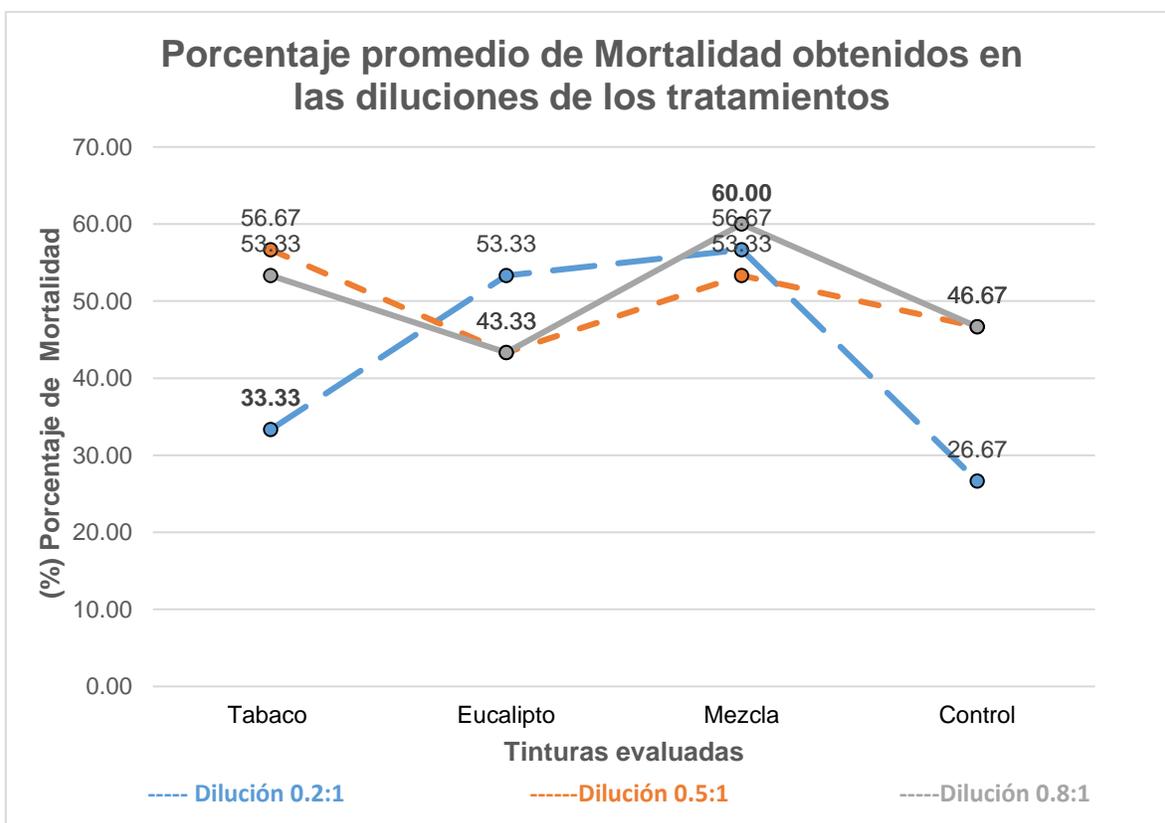
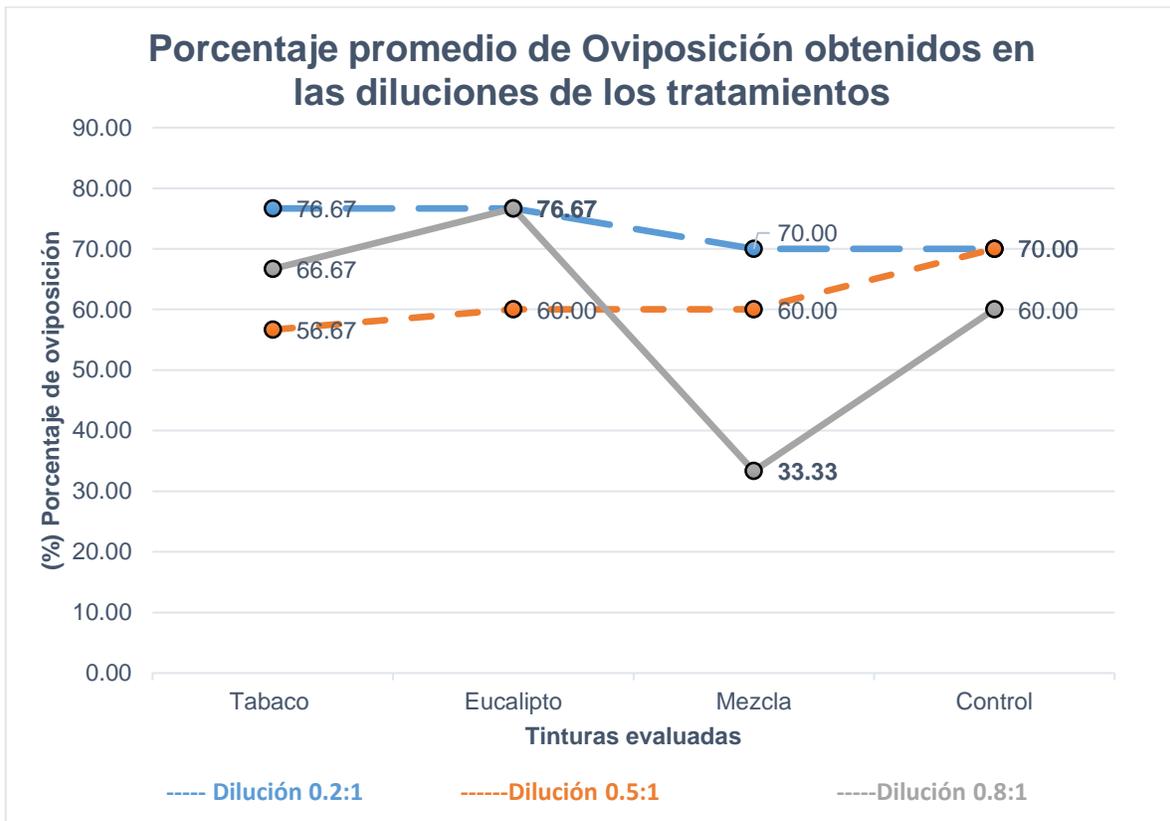


Figura 2. Porcentajes promedio de oviposición por dilución realizada a tinturas de Tabaco (*N. tabacum*), Eucalipto (*E. globulus*), Mezcla de Tabaco y Eucalipto y Tintura control.



Cuadro 5. Boleta de recolección de resultados ixodicidas por repetición.

| BOLETA DE EVALUACIÓN IXODICIDA | | | | | | | | | | |
|--|---|----------|------------------------------|----------------------------|--|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------|
| Lugar Laboratorio clínico Chimaltenango | | | | | Fecha de inmersión | | | | | |
| Responsable Carlos Sandoval Aguirre | | | | | Fecha de evaluación de resultados | | | | | |
| Número de repetición | | 1 | 2 | 3 | Supervisor | | | | | |
| Número | Tintura | Dilución | Número de garrapatas inicial | Número de garrapatas vivas | Número de garrapatas muertas | Número de garrapatas sin oviposición | Número de garrapatas con oviposición | Peso de garrapatas inicial (g) | Peso de garrapatas final (g) | Peso de huevos (g) |
| 1 | Tabaco (<i>Nicotiana tabacum</i>) al 10% | 0.2:1 | | | | | | | | |
| 2 | | 0.5:1 | | | | | | | | |
| 3 | | 0.8:1 | | | | | | | | |
| 4 | Eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>) al 10% | 0.2:1 | | | | | | | | |
| 5 | | 0.5:1 | | | | | | | | |
| 6 | | 0.8:1 | | | | | | | | |
| 7 | Mezcla de Tabaco y Eucalipto al 10% | 0.2:1 | | | | | | | | |
| 8 | | 0.5:1 | | | | | | | | |
| 9 | | 0.8:1 | | | | | | | | |
| 10 | Control al 10% | 0.2:1 | | | | | | | | |
| 11 | | 0.5:1 | | | | | | | | |
| 12 | | 0.8:1 | | | | | | | | |
| Observaciones | | | | | | | | | | |
| Firma del responsable | | | | | Firma del supervisor | | | | | |

Figura 3. Colección de garrapatas



Figura 4. Materiales para realizar tinturas



Figura 5. Proceso de secado de plantas **Figura 6.** Tinturas elaboradas medicinales



Figura 7. *Clasificación y lavado de garrapatas* **Figura 8.** *Pesaje de garrapatas*



Figura 9. *Realización de diluciones*

Figura 10. *Técnica de inmersión de garrapatas según FAO*

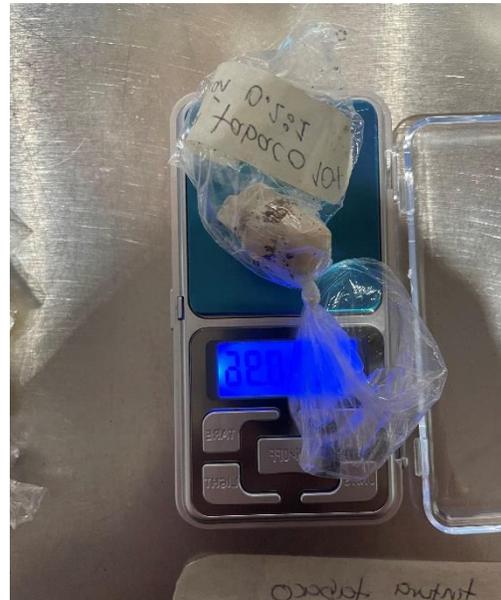


Figura 11. *Distribución de garrapatas* **Figura 12.** *Incubación en caja Petri*



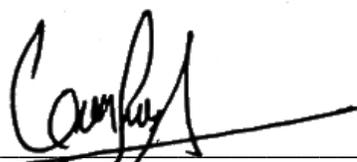
Figura 13. *Oviposición*

Figura 14. *Pesaje de oviposición*



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA

DETERMINACIÓN DEL EFECTO IXODICIDA, IN VITRO, DE LAS
TINTURAS DE TABACO (*Nicotiana tabacum*) Y EUCALIPTO
(*Eucalyptus globulus*) CONTRA FASE ADULTA DE LA
GARRAPATA (*Rhipicephalus microplus*)

f. 
CARLOS EDUARDO SANDOVAL AGUIRRE

f. 
M.A. Ludwig Estuardo Figueroa Hernández
ASESOR PRINCIPAL

f. 
M.A. Dora Etena Chang Chang
ASESOR

f. 
M. SC. Luis Felipe Choc Martínez
EVALUADOR

IMPRIMASE

f.  
M. A. Rodolfo Chang Shum
DECANO