



**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CONKAL**

**EXTRACTOS ETANÓLICOS PARA EL CONTROL DE
Rhipicephalus microplus EN BOVINOS CRIOLLOS DE
NUNKINÍ**

TESIS

Que presenta:

Leysver de la Rosa Cancino

Como requisito parcial para obtener el grado de:

Maestro en Ciencias en Producción Pecuaria Tropical

Director de tesis:

Dr. Ángel Trinidad Piñeiro Vázquez

Conkal, Yucatán, México

Febrero, 2022





Conkal, Yucatán, a 25 febrero de 2022.

El comité de tesis del candidato a grado: Leysver de la Rosa Cancino, constituido por los CC. **Dr. Ángel Trinidad Piñeiro Vázquez**, **Dr. Víctor Hugo Severino Lendechy**, **Dr. Ángel Carmelo Sierra Vásquez** y **Dra. Daniela Saraí Rico Costilla**, habiéndose reunido con el fin de evaluar el contenido teórico-metodológico y de verificar la estructura y formato de la tesis titulada: **Extractos etanólicos para el control de *Rhipicephalus microplus* en bovinos criollos de Nunkiní**, que presenta como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Producción Pecuaria Tropical, según lo establece el Capítulo 2, inciso 2.13.3, de los Lineamientos para la Operación de los Estudios de Posgrado en el Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos, dictaminaron su aprobación para que pueda ser presentada en el examen de grado correspondiente.

ATENTAMENTE

Dr. Ángel Trinidad Piñeiro Vázquez

Director de Tesis

Dr. Víctor Hugo Severino Lendechy

Codirector de Tesis

Dr. Ángel Carmelo Sierra Vásquez

Asesor de Tesis

Dra. Daniela Saraí Rico Costilla

Asesor de Tesis



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®

Instituto Tecnológico de Conkal

Conkal, Yucatán, México a 25 de febrero de 2022.

DECLARATORIA DE PROPIEDAD

Declaro que la información contenida en las secciones de materiales y métodos, resultados y discusión de este documento, es producto del trabajo de investigación realizado durante mi estudio de posgrado y con base en los términos de la Ley Federal del Derecho de Autor y la Ley de la Propiedad Industrial le pertenece patrimonialmente al Instituto Tecnológico de Conkal. En virtud de lo manifestado reconozco que los productos intelectuales o desarrollos tecnológicos que se deriven de lo correspondiente a dicha información son propiedad de la citada institución educativa.

Leysver de la Rosa Cancino

ÍNDICE GENERAL

Resumen.....	v
Abstract.....	vi
CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Antecedentes.....	4
1.2.1. Generalidades de <i>Rhipicephalus microplus</i>	4
1.2.1.1 Distribución en México de la garrapata de los géneros <i>Boophilus</i>	4
1.2.1.2 Importancia económica de <i>Rhipicephalus microplus</i> en sistemas de producción bovinos.....	6
1.2.2 Ciclo biológico de la garrapata <i>Rhipicephalus microplus</i>	6
1.2.2.1 Dinámica poblacional de <i>Rhipicephalus microplus</i>	7
1.2.3 Control químico de garrapatas <i>Rhipicephalus microplus</i>	9
1.2.3.1 Métodos alternativos de control.....	10
1.2.4 Plantas y arbustos forrajeros como plaguicidas botánicos.....	11
1.2.5. Metabolitos secundarios.....	12
1.2.6 Los bovinos criollos en México.....	13
1.2.7 Unidades de producción con ganado criollo de Nunkiní.....	13
1.3 Hipótesis.....	15
1.4 Objetivo general.....	15
1.4.1. Objetivos específicos.....	15
1.5 Procedimiento experimental.....	16
1.5.1 Diagrama del procedimiento.....	16
1.6 Literatura citada.....	17
CAPÍTULO II.....	23
ACTIVIDAD ACARICIDA DE EXTRACTOS ETANÓLICOS SOBRE <i>Rhipicephalus microplus</i> EN CONDICIONES <i>IN VITRO</i>	23
Resumen.....	23
2.2 Abstract.....	24
Literatura citada.....	25
CAPITULO III.....	31
EFICACIA DE LOS EXTRACTOS ETANÓLICOS DE TRES ESPECIES VEGETALES SOBRE <i>Rhipicephalus microplus</i> EN CAMPECHE, MEXICO.....	31
3.1 Resumen.....	31
3.2 Abstract.....	32
3.9 Literatura citada.....	33

Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto ixodicida de extractos etanólicos para el control de garrapatas *Rhipicephalus microplus* en bovinos criollo de Nunkiní, Campeche. Para la obtención de material vegetal y posterior elaboración de extractos etanólicos (EE), se colectaron muestras de hojas de seis especies, para lo cual, se realizó poda inicial (0 días) y de formación (45 días) de Ja'abin (*Piscidia piscipula*), Ramón (*Brosimum alicastrum*), Tzalam (*Lysiloma latisiliquum*), Waaxim (*Leucaena leucocephala*), Pixoy (*Guazuma ulmifolia Lam*) y Chukum (*Harvardia albicans*). Las hojas colectadas fueron maceradas y se realizaron tres concentraciones de EE a 33, 66 y 100 mg/mL⁻¹, con tres repeticiones por tratamiento (n=30; garrapatas adultas), cada repetición fue sometida a pruebas de inmersión en adultos (PIA) y eficacia reproductiva (ER). Se monitorio y tomo lectura con intervalo de 24, 48, 72 y 96 h de incubación para determinar mortalidad y ovoposición. Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial de 8 x 2 x 3. El análisis de los datos se realizó por el programa PROC ANOVA del SAS. Los EE con *P. Piscipula* y *L. leucocephala* presentaron una mayor mortalidad (79.12 y 67.22%, respectivamente), a una concentración de 100 mg/mL⁻¹ a las 96 h comparado con *B. alicastrum*, *L. latisiliquum*, *G. ulmifolia* y *H. albicans* que tuvieron una mortalidad menor (45.92, 51.50, 51.11 y 49.16%, respectivamente). La ovoposición fue menor usando EE con *L. leucocephala* y *P. piscipula* (11.72 y 12.73%, respectivamente). En conclusión, los EE de *P. piscipula* y *L. leucocephala* generan mayor mortalidad sobre *R. microplus* a una concentración de 100 mg/mL⁻¹ a las 96 h y la capacidad reproductiva (ovoposición) se reduce con *L. leucocephala* y *P. piscipula*.

Palabras claves: mortalidad, ovoposición, eficacia reproductiva.

Abstract

The objective of this research was to evaluate the ixodicide effect of plant extracts for the control of *Rhipicephalus microplus* ticks in Creole cattle from Nunkiní, Campeche. In order to obtain plant material and subsequent elaboration of ethanolic extracts (EE), leaf samples were collected from six species, for which initial (0 days) and training (45 days) pruning of Ja'abin (*Piscidia piscipula*), Ramón (*Brosimum alicastrum*), Tzalam (*Lysiloma latisiliquum*), Waaxim (*Leucaena leucocephala*), Pixoy (*Guazuma ulmifolia Lam*) and Chukum (*Harvadia albicans*). The collected leaves were macerated and three concentrations of EE were carried out at 33, 66 and 100 mg/mL⁻¹, with three repetitions per treatment (n=30; adult ticks), each repetition was subjected to immersion tests in adults (ITA) and reproductive efficiency (RE). It was monitored and reading was taken at intervals of 24, 48, 72 and 96 h of incubation to determine mortality and oviposition. A completely randomized design with a factorial arrangement of 8 x 2 x 3 was used. Data analysis was performed using the PROC ANOVA program of the SAS. EE with *P. piscipula* and *L. leucocephala* presented higher mortality (79.12 and 67.22%, respectively), at a concentration of 100 mg/mL⁻¹ at 96 h compared to *B. alicastrum*, *L. latisiliquum*, *G. ulmifolia* and *H. albicans* that had a lower mortality (45.92, 51.50, 51.11 and 49.16%, respectively). Oviposition was lower using EE with *L. leucocephala* and *P. piscipula* (11.72 and 12.73%, respectively). In conclusion, the EE of *P. piscipula* and *L. leucocephala* generate greater mortality on *R. microplus* at a concentration of 100 mg/mL⁻¹ at 96 h and the reproductive capacity (oviposition) is reduced with *L. leucocephala* and *P. piscipula*.

Keywords: mortality, oviposition, reproductive efficiency.

CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN GENERAL

1.1 Introducción

En zonas tropicales y subtropicales del mundo se localizan los sistemas de producción pecuarios, estos presentan problemas de afectaciones por ectoparásitos, específicamente de la garrapata *Rhipicephalus microplus*, constantemente, ha sido asociada con grandes pérdidas en la producción debido a daños de morbilidad, mortalidad y altos costos de control en los animales (FAO, 2013). El acelerado crecimiento en la demanda de carne y leche a nivel mundial ha ocasionado que el control químico de la garrapata se realice de manera indiscriminada, creando cepas resistentes, por ende, limitada eficacia en la reducción de las infestaciones, aunado a contaminación ambiental (Sarda *et al.*, 2007 y Rodríguez *et al.*, 2007).

En México, la garrapata *Rhipicephalus microplus* produce el mayor problema de ectoparasitosis dentro de la ganadería bovina. Este ectoparásito a su vez puede llegar a transmitir babesiosis (enfermedad que es causada por los protozoos (*Babesia bigemina* y *Babesia bovis*) y anaplasmosis que es una enfermedad causada por la bacteria (*Anaplasma marginale*) que, a su vez, causan daños en la piel, inducen anemia, estrés, disminución de peso y liberación de toxinas en el lugar de la picadura, por lo consiguiente, generan pérdidas económicas anuales por 573.61 millones de dólares según Rodríguez-Vivas *et al.* (2017).

Para el control de la garrapata *R. microplus* se ha empleado por décadas el uso de métodos químicos (acaricidas comerciales), principalmente con piretroides (PSs), organofosforados (OFs), amidinas (Am) y lactonas macrocíclicas (Lm), los cuales inicialmente demostraron efectividad. Sin embargo, en los últimos años se ha reportado a nivel de campo resistencia y poca eficacia de estos productos comerciales para el control eficiente de la garrapata, principalmente, como consecuencia del uso intensivo (mayor aplicación en intervalos menores de tiempo), aunado, a contaminación del medio ambiente, toxicidad para organismos benéficos, costos elevados para su control, efectos secundarios dentro de la carne y leche, que presenta una amenaza para la salud humana (Alonso *et al.*, 2006).

Debido a lo anterior, se ha propuesto la necesidad de buscar nuevas alternativas de control con enfoque sustentable, desarrollando opciones biológicas como los extractos de plantas, hongos entomopatógenos y aceites esenciales que suelen ser de baja toxicidad y puedan ser utilizados en sustitución de los productos químicos, ayudando a disminuir o inhibir la resistencia presente, efectos dañinos al medio ambiente, la residualidad en carne y leche, además de disminuir los costos en el control (Rodríguez *et al.*, 2014).

Rosado-Aguilar *et al.* (2017), usando extractos metanólicos (hojas) de *Harvardia albicans* y *Caesalpinia gaumeri* en hembras adultas de *R. microplus* congestionadas, en concentraciones de 10 y 20% (100 y 200 mg/ml), presentaron baja mortalidad (16.7 y 23.3% y 6.7 y 30%, respectivamente). Por otro lado, Oliveira *et al.* (2017), evaluaron extractos hidroalcohólicos (hojas) de *Eucalyptus dunnii* en tres concentraciones (25, 50 y 75% mg/ml), con hembras adultas de *R. microplus* obteniendo una eficacia acaricida de 49.5, 67.9 y 73.6%, respectivamente, observando que, la mortalidad aumentaba de forma directamente proporcional a la concentración de los extractos.

Este tipo de métodos de control biológico pueden ser útiles en sistemas ganaderos que buscan mantener su productividad y/o manejo con un enfoque sustentable con el menor uso de productos químicos e insumos externos, que conllevan problemas al medio ambiente y a la salud de las personas, además está asociado a bajos costos, como es el caso de los sistemas productivos con bovinos criollos que se ubica en la localidad de Nunkiní en el estado de Campeche, estas poblaciones de bovinos, poseen capacidades productivas y de adaptación que podrían ser rentables para el desarrollo de sistemas productivos alternos. Sin embargo, no han tenido atención por parte de las autoridades, instituciones u organizaciones que busquen rescatar y conservar este conjunto de genes únicos para este tipo de ecosistema donde se han desarrollado (Severino-Lendecky *et al.*, 2021). Aunado a esto, la región es una fuente importante de diversidad florística y arbórea, que ha sido ampliamente utilizada por sus pobladores como alternativa medicinal y para la alimentación de sus bovinos en sistemas silvopastoriles.

Esta diversidad vegetal podría emplearse para generar alternativas en el control biológico de la garrapata, como un método de cuidado y conservación de los bovinos criollos, manteniendo un enfoque de sustentabilidad.

1.2 Antecedentes

1.2.1. Generalidades de *Rhipicephalus microplus*

En América latina en general, la garrapata *Rhipicephalus microplus*, presenta el mayor impacto económico sobre la ganadería bovina. Considerada como uno de los ectoparásitos de mayor efecto nocivo a nivel sanitario en la ganadería tropical, afectando al 80% de la población bovina mundial. Esto aunado, a factores medioambientales, los cuales reducen considerablemente la producción, fecundidad y reproducción de los animales (Quijada, 2004).

La picadura de la garrapata *per se* produce daños a la piel. No obstante, lo más importante es que la picadura es el medio de transmisión del agente patógeno *Anaplasma marginale*, *Babesia bigemina* y *Babesia bovis*, los cuales causan efectos negativos en los animales como debilitamiento, estrés, disminución en la producción de leche, carne y menor eficiencia reproductiva del hato (Guedes *et al.*, 2000).

El control de la garrapata *R. microplus* ha constituido un problema, por dos factores principales: 1) su capacidad de parasitar diferentes especies de animales (domésticos y silvestres, e inclusive al hombre) y 2) la resistencia al uso de insecticidas, debido al empleo inadecuado en la concentración y forma de aplicación de los productos (Jongejan y Uilenberg, 2004).

1.2.1.1 Distribución en México de la garrapata de los géneros *Boophilus*

La garrapata *R. microplus* se encuentra distribuida dentro del territorio nacional con un 53% de superficie y esta extendido en la costa del Golfo de México desde Tamaulipas hasta la península de Yucatán y en la costa del pacifico desde Chiapas hasta Sinaloa (SIAP, 2020). Se han identificado 82 especies de garrapatas en animales de manera silvestre, de la cual *R. microplus* es la de mayor interés en la ganadería bovina (Quiroz, 1994). Actualmente la superficie en control comprende 1, 292, 407.02 km², que representa el 65.96% del territorio nacional. Se reconoce a los estados de Sonora, Chihuahua, Baja California Norte, el norte de

Baja California Sur, Aguascalientes y Tlaxcala como libres del ectoparásito que representa 30.60% del territorio nacional. En fase de erradicación se encuentran los Municipios de Los Cabos y la parte sur de La Paz en Baja California Sur; los municipios de Ahome, El Fuerte y Choix en el norte de Sinaloa, así como los municipios de la zona desierto del estado de Coahuila: Cuatrociénegas, Ocampo y Sierra Mojada donde abarca una superficie en erradicación de 67,472.76 km², equivalente al 3.44% del territorio nacional (SENASICA, 2021).

La distribución geográfica de las garrapatas en México obedece a un factor importante que es el clima que es uno de los factores más importantes que determina la supervivencia y la distribución de esta especie. En general, las regiones bajo condiciones cálidas y húmedas son adecuadas para la aparición y distribución; además, otro factor en la distribución es la altitud, presencia y abundancia de hospederos y las prácticas de control o erradicación que el hombre ejerce sobre las poblaciones de garrapatas (SENASICA, 2021).



Figura 1. Situación actual del control de la garrapata *Boophilus spp.* en México (SENASICA, 2021)

1.2.1.2 Importancia económica de *Rhipicephalus microplus* en sistemas de producción bovinos

El 80% del ganado bovino en el mundo se localiza en zonas tropicales y subtropicales contaminados por garrapatas. Se estima que las garrapatas en México producen pérdidas económicas en bovinos de carne equivalentes a \$504,729,382.00 millones de dólares y en bovinos de leche \$68,878,694.00 millones de dólares sumando un total de \$573,608,076.00 millones de dólares anuales (Rodríguez-Vivas *et al.*, 2017).

Estas pérdidas económicas se atribuyen directamente a través de pérdidas de peso, retraso de crecimiento, inyección de toxinas, depredación de pieles, limita la movilización y comercialización, aumento de transmisión de agentes secundarios y costos por el control; la mortalidad o la debilidad causada por las enfermedades de agentes infecciosos transmitidas o asociadas con la garrapata (Alonso *et al.*, 2006; Rodríguez-Vivas *et al.*, 2017).

1.2.2 Ciclo biológico de la garrapata *Rhipicephalus microplus*

Las garrapatas duras (Acari: Familia *Ixodidae*) son ectoparásitos hematófagos obligados debido al efecto directo por consumo de sangre durante todos sus estadios de vida en un animal (Polanco-Echeverry *et al.*, 2015). Presentan cuatro estados biológicos durante su ciclo vital: huevo, larva, ninfa y adulto. Esta etapa biológica de la garrapata *R. microplus* es de manera directa y su desarrollo es realizado en un solo hospedero; que frecuentemente es un bovino; sin embargo, pueden cumplir su ciclo biológico en especies domesticas como los caballos y perros de manera silvestre en venados, incluso al ser humano (Jongejan y Uilenberg, 2004). El ciclo de la garrapata se divide en tres etapas: 1) de vida libre, 2) de encuentro y 3) de vida parasitaria (Rodríguez *et al.*, 2008; Ramos y García, 2009). Las hembras repletas de sangre se dejan caer del hospedero al suelo donde ponen huevos y mueren. Cada hembra llega a ovopositar unos 4500 huevos y estos a su vez tardan entre 2 y 20 semanas en eclosionar, según las condiciones climáticas: el calor y la humedad aceleran el proceso de eclosión. Posteriormente, las larvas al nacer apenas se desplazan del lugar donde nacieron, una vez sobre su hospedero se fijan a él y comienzan a ingerir sangre para completar su ciclo biológico (Cortés-Vecino, 2011).

Las garrapatas del género *Rhipicephalus microplus* se encuentran en diferentes brotes con diferente intensidad durante cierto tiempo del año y se presentan con diferente intensidad, dependiendo de las condiciones climáticas, la presencia varía de acuerdo a cada región ecológica de México (Rodríguez-Vivas *et al.*, 2011; García-Corredor, 2016). Este parasito hematófago suele fijarse a la piel y a raíz de esto se alimenta de sangre de las zonas de la región perianal (entre la base de la ubre, testículos y ano) las áreas internas de las piernas, brazuelos, vientre, base del cuello, dentro de las partes blandas del vientre y la base externa de las orejas (Canales, 2007). Estos lugares son generalmente los más frescos del animal y donde (llegan menos los rayos solares) además de presentar la piel más delgada (González *et al.*, 2009).

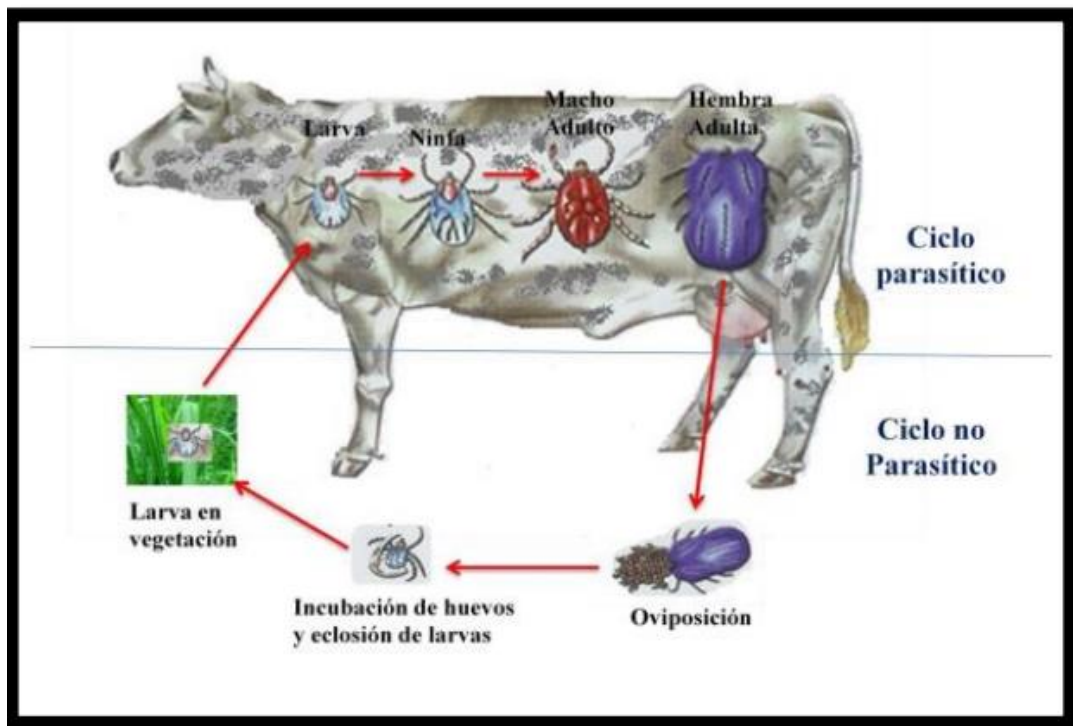


Figura 2. Ciclo biológico de la garrapata *Rhipicephalus microplus*

1.2.2.1 Dinámica poblacional de *Rhipicephalus microplus*

La dinámica poblacional de las garrapatas radica en observar los cambios que presentan las entidades biológicas, de acuerdo los factores climáticos y mecanismos que regulan el

medio ambiente (Rodríguez- Vivas *et al.*, 2011). Estas fluctuaciones suelen ser una respuesta a modificaciones constantemente de las condiciones climáticas, siguiendo este modelo gráfico puede ser descrito matemáticamente resultando picos elevados o cortos, siguiendo modelo gráfico siguiendo un modelo gráfico, que puede ser descrito matemáticamente resultando en figuras sigmoides con persistencia discontinua (Figura 3); por tanto, no suelen estar sujetos a patrones uniformes (Alonso-Diaz *et al.*, 2013).

Estudios anteriores han llegado a demostrar que ciertos factores de riesgo han favorecido de manera positiva y afectado de manera negativa la dinámica poblacional de las garrapatas estas consecuencias en el desarrollo de la especie parasitaria en los animales, también sugieren que la dinámica poblacional de las garrapatas *R. microplus* se encuentran en función de acuerdo a la raza del hospedero, el tipo de pelaje del animal, temperatura, humedad, precipitación y el manejo empleado de los productores para con los animales (Quijada *et al.*, 2004; Alonso *et al.*, 2006; González-López *et al.*, 2019).

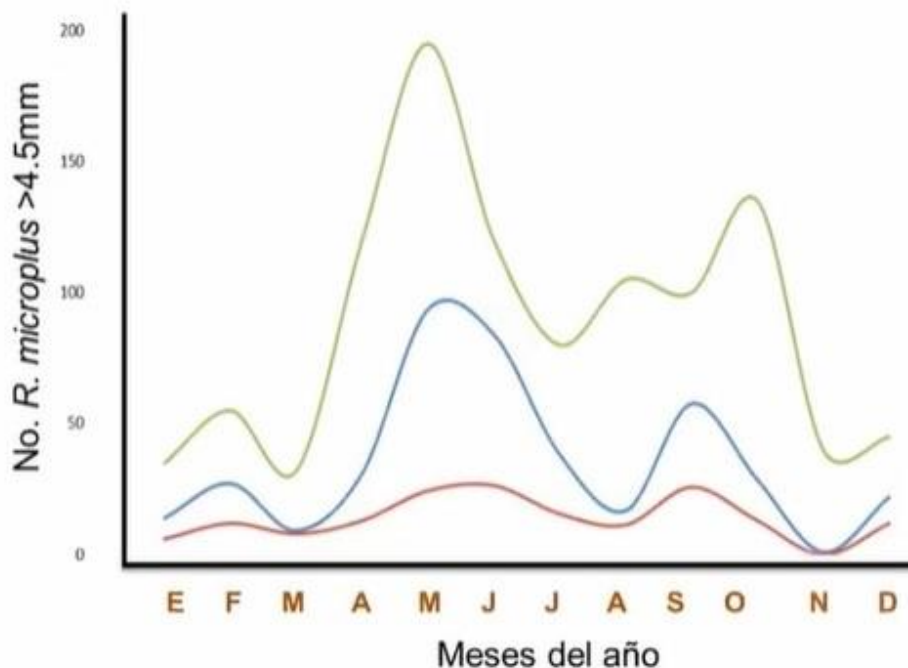


Figura 3. Dinámica poblacional durante un año de *R. microplus* en la Península de Yucatán estudio realizado por (Rodríguez-Vivas *et al.*, 2005).

1.2.3 Control químico de garrapatas *Rhipicephalus microplus*

En zonas tropicales de México las unidades de producción bovina (UPB) han presentado problemas de resistencia en los últimos años y se ha relacionado que ciertas especies parasitan bovinos susceptibles a garrapatas, sin embargo el principal método de control para estas ha sido con el uso de acaricidas comerciales (productos químicos) de los grupos como amidas (AM), Organofosforados (OP) y Piretroides (PS), estos al ser aplicados durante décadas de manera indiscriminada, ha causado resistencia de las garrapatas a los ixodicidas (químicos) (Rodríguez-Vivas *et al.*, 2012). El uso de estos ha llegado a producir riesgo de contaminación ambiental que ha ocasionado riesgo de residuos tóxicos en los productos finales de origen animal como carne y leche (Alonso *et al.*, 2006). Actualmente, existen más de 50 productos comerciales autorizados para el control de garrapatas, las familias químicas más utilizados son los carbamatos, lactonas macrocíclicas e inhibidores de la regulación de crecimiento, estos se aplican utilizando baño de inmersión y bomba aspersora principalmente (Rodríguez-Vivas *et al.*, 2011).

Pruebas realizadas en laboratorio con larvas son las más recurrentes y son particularmente eficaces para calcular niveles de resistencia de poblaciones de garrapatas. En México los productos comerciales llamados lindano[®] y dieldrin[®] presentaron el primer caso de resistencia a productos organofosforados detectados en Veracruz en el año de 1983 para la especie *R. microplus*. Sin embargo, para mitigar el problema del impacto de resistencia a los organofosforados, se introdujo en el año 1984 piretroides, nueve años después en 1993 se detectó resistencia a piretroides (Fragoso *et al.*, 1995; Rodríguez-Vivaz *et al.*, 2001). De acuerdo a Rodríguez-Vivas *et al.* (2001) en el año 2000 se confirmó el primer caso de resistencia a amitraz[®] (Amidina). Actualmente en el territorio mexicano se ha detectado poblaciones que han causado resistencia a grupos químicos (organofosforados, piretroides y amidas) (Alonso *et al.*, 2013, Rodríguez-Vivas *et al.*, 2017).

Otro método que se recurre para el control de las garrapatas son las vacunas y se encuentran comercialmente distribuidas con el nombre de Gavac[®] (Laboratorio Revetmex) que contiene antígenos BM86 y de acuerdo a la aplicación de esta vacuna promueve en los animales el desarrollo de anticuerpos contra antígenos del intestino de las garrapatas; de esta

forma, cuando las garrapatas se alimentan de sangre bovina, ingieren estos anticuerpos creados por los animales y destruyen las células intestinales de las garrapatas (Rodríguez-Vivas *et al.*, 2011).



Figura 4. Distribución geográfica de la resistencia a productos químicos en garrapatas *Rhipicephalus microplus* en todo el mundo (Rodríguez-Vivas *et al.*, 2017).

1.2.3.1 Métodos alternativos de control

Debido a la resistencia que presentan las garrapatas *R. microplus* a las familias químicas comerciales y los diversos efectos nocivos de estos productos al medio ambiente, es que, actualmente, existen métodos alternativos no químicos para el control de la garrapata. Los métodos alternativos buscan disminuir la resistencia y el uso de acaricidas químicos para el control de garrapatas, así como, el impacto negativo en el ambiente (Pulido y Cruz, 2013).

Los hongos entomopatógenos son una de las fuentes alternas promisorias para realizar control de infestaciones por garrapatas, debido al gran potencial como agentes controladores en ectoparásitos, los hongos, se encuentran dispersos en el medio ambiente y su modo de acción es induciendo infecciones fúngicas en poblaciones de garrapatas; su mecanismo de infección se ejecuta en seis etapas primordiales, 1) Unión de las esporas a la cutícula de las garrapatas, 2) germinación de esporas, 3) Penetración de la cutícula, 4) Invasión de las

esporas dentro de los órganos internos, 5) colonización, 6) muerte de la garrapata y emergencia de la cutícula. Las cepas de hongos estudiadas frecuentemente son *Metharizium anisopliae* y *Beauveria bassiana* donde se encuentran entre los principales hongos entomopatógenos que se utilizan para realizar control sobre los huevos, larvas y adultos de garrapatas, los cuales pueden llegar a presentar una eficacia del 95% de acuerdo a (Ojeda-Chi *et al.*, 2011; Alonso *et al.*, 2013).

Los extractos de plantas pueden ser otro método alternativo para el control de garrapatas derivado de ingredientes activos (metabolitos secundarios) a partir de órganos (tallos, hojas y frutos) pueden provocar mortalidad en garrapatas adultas y larvas, estos a su vez pueden ser capaces de inhibir la ovoposición. En la actualidad se han realizado estudios en laboratorio para determinar mortalidad contra garrapatas a partir de extractos de las especies *Leucaena leucocephala* (Waaxim), *Piscidia piscipula* (Ja'abin), *Azadirachta indica* (neem), *Copaifera reticulata* (copaiba), *Lysiloma latisiliquum* (Tzalam) y *Piper aduncum* (Cordoncillo blanco) entre otros. La aplicación de extractos biológicos puede presentar porcentajes elevados de mortalidad y disminución de costos en su utilización, así también, son biodegradables y no presentan efectos residuales o tóxicos en los animales o personas (Alonso *et al.*, 2013). Sin embargo, aún existe información limitada para su utilización práctica a nivel de campo, por lo tanto, los resultados no siempre pueden ser equiparados a los obtenidos con productos químicos (Martins, 2006).

1.2.4 Plantas y arbustos forrajeros como plaguicidas botánicos

Las plantas y arbustos de especies tropicales son fuentes importantes de compuestos bioactivos (metabolitos secundarios) como los taninos, fenoles, saponinas, flavonoides, compuestos órganos sulfurados, aceites esenciales y alcoholes (Makkar, 2003; Alonso-Díaz *et al.*, 2012). Estos compuestos son comunes en leguminosas y arbustos tropicales, son empleados como un mecanismo importante de defensa contra hongos, bacterias, insectos herbívoros y parásitos (Eck *et al.*, 2001; Heil *et al.*, 2002).

Algunos estudios se han realizado con extractos etanólicos, metanólicos de *Hypericum polyanthemum* (hierba de San Juan), *Copaifera reticulata* (copaiba) y *Eucalyptus spp.*

(eucalipto) los cuales, demostraron tener efecto ixodicida contra *R. microplus* (Bermúdez *et al.*, 2002; Chagas *et al.*, 2002; Ribeiro *et al.*, 2007). Así, González *et al.* (2018), mencionan que al probar tres genotipos de *Leucaena leucocephala* (Wa'axim) tuvieron eficacia de 66.79% sobre larvas. Sin embargo, no encontraron eficacia contra garrapatas adultas. Por su parte, Wanderley *et al.* (2017), reportaron que las proteínas defensivas producidas por *L. leucocephala* presentaron efecto de 56.3% de mortalidad contra garrapatas adultas. Mientras que, Pulido *et al.* (2013), reportaron que *Ruta graveolens* (Ruda) presento una mortalidad de 63.3%, en el caso del extracto de *Verbena officinalis* (Verbena) mientras con *Ruta graveolens* (Ruda) encontraron eficacia ixodicida con extracto puro en la primera dilución, con mortalidad de 65%, además en ambos extractos se identificaron flavonoides y terpenos, cumarinas, alcaloides y saponinas.

1.2.5. Metabolitos secundarios

Los metabolitos secundarios son sustancias químicas producidas por algunas especies de plantas, estas sustancias la sintetizan para su mecanismo de defensa, comunicación y reproducción. Varias familias de plantas contienen esta serie de fitoquímicos como saponinas, taninos, flavonoides, alcaloides, di y triterpenoides, compuestos sulfurados y aceites esenciales entre otros, los cuales presentan alta actividad insecticida en acción de sinergia, se le atribuye el efecto anti garrapata a las sustancias químicas o aceites esenciales que se denomina metabolito secundario presentes en las plantas como una forma de defensa contra los depredadores. Le atribuyen al efecto aditivo de los compuestos su efecto repelente, ixodicida o disminución de la ovipostura (Mareggian, 2001).

El empleo potencial de las plantas con principios bioactivos y sustancias químicas en extractos puros, etanólicos y metanólicos contra insectos o ectoparásitos se puede manifestar en diversos mecanismos de acción, incluyendo la toxicidad, la mortalidad, inhibición de crecimiento, la supresión del comportamiento reproductivo, síntesis de quitina y reducir la fertilidad y fecundidad contra insectos y ectoparásitos (Fernández *et al.*, 2011). También presentan limitantes, como la escasez de información científica sobre los compuestos activos y los factores que influyen en su efectividad biológica, así como afectar su comportamiento sin efectos adversos en especies no objetivo (Rosado-Aguilar *et al.*, 2017).

1.2.6 Los bovinos criollos en México

El ganado bovino llegó a América en el segundo viaje de Cristóbal Colón en el año de 1493 cuando arribaron a la isla “La Española” en el mar Caribe y a partir de esta se desarrollaron diversas razas de bovinos criollos latinoamericanos (De Alba, 2011). En México actualmente hay poblaciones de bovinos criollos, respecto al arribo de los primeros animales que llegaron al país. Historiadores refieren la importación de 50 cabezas de ganado desde la isla de Santiago (Jamaica) y desembarcando en el río Panuco, en un valle cercano a la actual Tampico, Tamaulipas en el año de 1521 (Ulloa *et al.*, 2008; Villalobos-Cortés *et al.*, 2009; De Alba, 2011). Actualmente hay poblaciones de bovinos criollos en algunos estados de México; se mencionan las razas criollas de Rodeo en Chihuahua; criollo Chinampo y Frijolillo en Baja California Sur, Criollo de Nayar en Nayarit, Criollo Mixteco en Guerrero, Oaxaca y Puebla, Criollo Lechero Tropical y Romosinuano en Veracruz, Criollo de los altos de Chiapas en Chiapas, y Criollo de Nunkiní en Campeche (Méndez *et al.*, 2002; Ulloa *et al.*, 2008; De Alba, 2011; Hernández, 2012; INIFAP, 2013; Pérezgrovas, 2017; Severino *et al.*, 2021).

Estas razas de bovinos criollos son descendientes del ganado europeo traído por los españoles a América dentro del siglo XVI, donde a lo largo de más de 500 años se han adaptado por selección natural a las condiciones climáticas del trópico, desarrollando adaptabilidad, rusticidad y resistencia a enfermedades (De Alba, 2011). Sin embargo, estas poblaciones son poco utilizadas y su población presenta tendencia a rebajar su inventario, estas, representa el 0.05% en comparación del inventario bovino nacional y el 0.05% en comparación con el estado de mayor número de bovinos (Veracruz, 3,681,925 bovinos), además no presentan datos estadísticos de su aportación a la producción nacional (Vilaboa *et al.*, 2013, Severino-Lendecky *et al.*, 2019).

1.2.7 Unidades de producción con ganado criollo de Nunkiní

Nunkiní es una localidad de Campeche que presenta selva baja caducifolia en el sureste de México; es un agroecosistema rico en especies etnobotánicas con características

únicas y donde este ganado criollo se ha adaptado por más de 500 años a condiciones adversas bajo un sistema de producción familiar mediante el pastoreo extensivo (Tewolde, 2007; Ulloa-Arvizu *et al.*, 2008; De Alba, 2011; Vilaboa-Arroniz *et al.*, 2013).

Las unidades de producción (UP) con ganado criollo de Nunkiní (CN) son considerados sistemas abiertos conformados de diferentes elementos como los siguientes: componentes bióticos y abióticos, entradas y salidas del sistema, el hato animal, que estas conforman la unidad de producción que a su vez es modificada y adecuada para que se realice actividades de producción agropecuaria, mientras los empleos ejercidos son directos e indirectos en las instalaciones, por su parte, el ganadero o productor es quien toma las decisiones para el manejo adecuado de su sistema de producción (SP). Estos bovinos criollos consisten en poblaciones no seleccionadas para rasgos productivos (Ulloa- Arvizu *et al.*, 2008; De Alba, 2011; Vilaboa-Arroniz *et al.*, 2012). Es decir, estos animales, han evolucionado y se han adaptado a través de la selección natural a las diversas condiciones medioambientales adversas de las regiones donde aún se ubican sobre todo a la estacionalidad de la producción forrajera (Ulloa- Arvizu *et al.*, 2008; De Alba, 2011; Vilaboa-Arroniz *et al.*, 2012). También se les atribuye precocidad, (Severino *et al.*, 2016; Severino *et al.*, 2017), fertilidad, facilidad al parto y longevidad en comparación con razas cebú y europeas comerciales adaptadas a los diversos climas del trópico, así como resistencia a enfermedades (De Alba, 2011).

1.3 Hipótesis

El uso de plantas con potencial ixodocida en extractos etanólicos incrementa la mortalidad de adultos y disminuye la eficacia reproductiva de la garrapata *Rhipicephalus microplus*.

1.4 Objetivo general

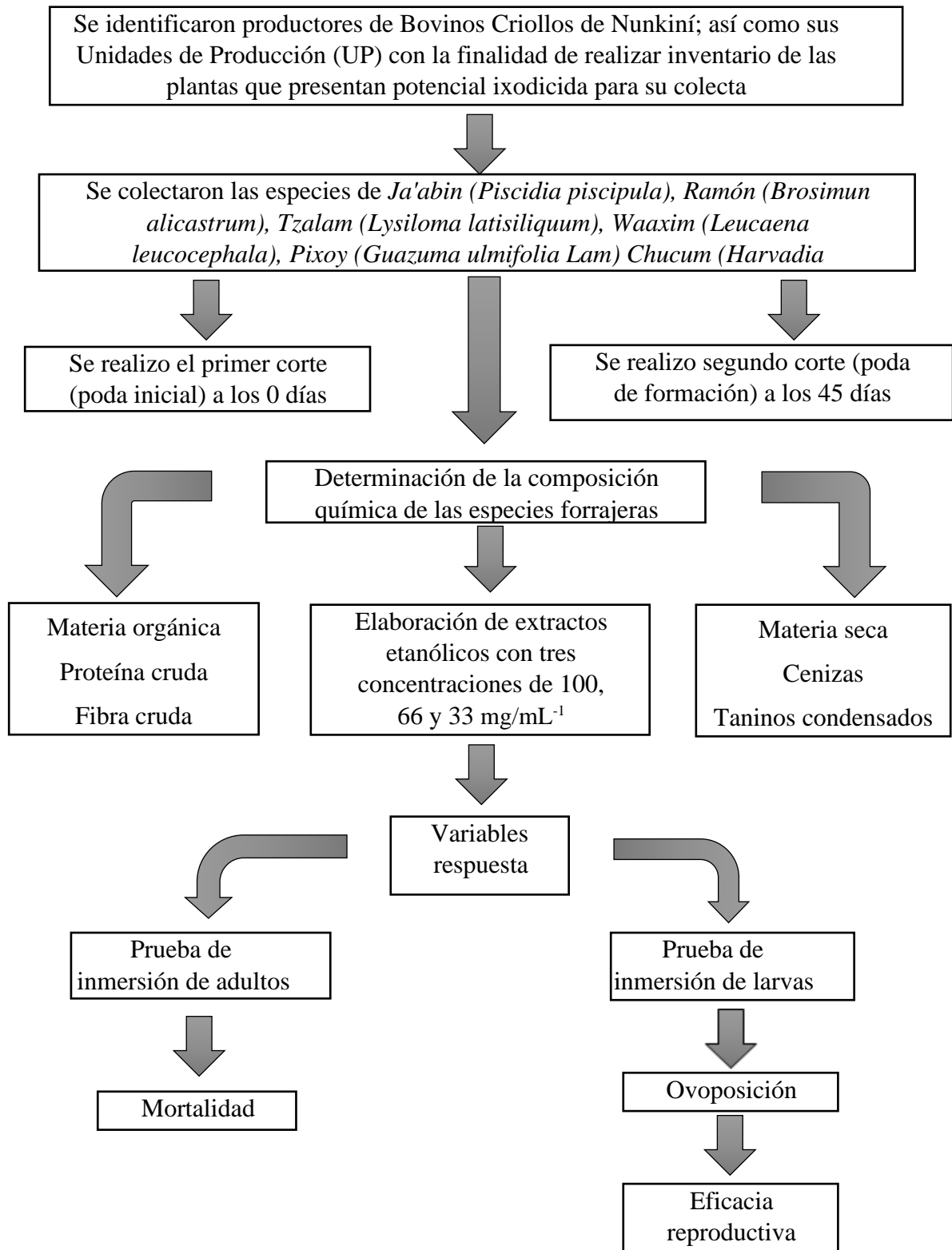
Evaluar el efecto ixodocida de extractos etanólicos con plantas nativas para el control biológico de garrapatas *Rhipicephalus microplus* en bovinos criollos de Nunkiní, Campeche.

1.4.1. Objetivos específicos

1. Identificar y seleccionar plantas nativas con efecto ixodocida en la región de Nunkiní, Campeche.
2. Determinar la composición química y la concentración de taninos condensados en el follaje de las especies seleccionadas.
3. Evaluar el efecto ixodocida *in vitro* de extractos etanólicos sobre el porcentaje de mortalidad y ovoposición de huevos de *R. microplus*

1.5 Procedimiento experimental

1.5.1 Diagrama del procedimiento



1.6 Literatura citada

- Alonso-Díaz, M.A., Rodríguez-Vivas, R.I., Fragoso-Sánchez, H., Rosario-Cruz, R. 2006. Resistencia de la garrapata *Boophilus microplus* a los ixodicidas. Archivos de medicina veterinaria. 38 (2): 105-113. <http://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2006000200003>
- Alonso-Díaz, M.A., Fernández, S.A., Basurto, C.H. 2013. La garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*: su comportamiento, control y resistencia a los acaricidas en el trópico mexicano. Manual técnico. UNAM. Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical, Martínez de la Torre, Veracruz, México. 34 p.
- Álvarez, V., Loaiza, J., Bonilla, R., Barrios, M. 2008. Control *in vitro* de garrapatas (*Boophilus microplus*; Acari: Ixodidae) mediante extractos vegetales. Revista de Biología Tropical; 56 (1): 291-302. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44918831021>
- Bermúdez, A., Velázquez, D. 2002. Etnobotánica médica de una comunidad campesina del estado de Trujillo, Venezuela: un estudio preliminar usando técnicas cuantitativas. Revista de la facultad de Farmacia y Bioquímica (Mérida) 44: 2-6. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-366598>
- Bravo, M.M., Sanabria, C.M.E., Rodríguez, G.D.A., Valera, M.R. 2015. Efecto de extractos etanólicos y aceites esenciales foliares de orégano silvestre (*Lippia organoides* H.B.K.) y matarratón (*Gliricidia sepium*) en el control de la garrapata común del bovino (*Rhipicephalus microplus*) (Acari: Ixodidae). Revista Científica UDO Agrícola 15 (1): 15 - 22. <https://www.researchgate.net/publication/287811700>
- Canales, G.M.M. 2007. Desarrollo de vacunas para el control de garrapatas. Tesis doctoral. Universidad de Castilla-La Mancha. Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos. España. 125 p. <http://hdl.handle.net/10578/2808>
- Chagas, A.C.S., Passos, W.M., Prates, H.T., Leite, R.C., Furlong, J., and Fortes, I.C.P. 2002. Efeito acaricida de óleos essenciais e concentrados emulsionáveis de *Eucalyptus spp* em *Boophilus microplus*. Brazilian Journal of Animal Science. 39: 247–253. <https://doi.org/10.1590/S1413-95962002000500006>
- Cortés-Vecino, J.A. 2011. Garrapatas: estado actual y perspectivas. Laboratorio de Parasitología Veterinaria. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia. Biomédica. 31(sup.3): 3-315.

- De Alba, M.J. 2011. El libro de los bovinos criollos de América, Jorge de Alba Martínez. Biblioteca Básica de Agricultura (Colegio de Postgraduados). Ediciones Papiro Omega S.A. de C.V. México, D.F.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2003. Resistencia a los antiparasitarios. Estado actual con énfasis en América Latina. Animal Production and Health División. <https://www.fao.org/publications/card/es/c/da2d1890-1d93-5bd5-8785-d8af5540b83f/>
- Fernández-Salas, A., Alonso-Díaz, M.A., Acosta-Rodríguez, R., Torres-Acosta, F.J., Sandoval-Castro, C.A., Rodríguez-Vivas, R.I. 2011. *In vitro* Acaricidal effect of tannin-rich plants against the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae). Veterinary Parasitology. 175: 113-118. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2010.09.016>
- Fernández, R.M., Berlanga, P.A., Cruz, V.C., Hernández, V.V. 2010. Evaluación de cepas de *Beauveria bassiana* y *Metharizium anisopliae* sobre la inhibición de oviposición, eclosión y potencial reproductivo en una cepa triple resistente de garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Canestrini) (Acari: Ixodidae). Entomotrópica. 25(3): 109-115. http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_ento/article/view/7396
- García, V.Z., Cantú, C.A. 2010. Estrategias para el control integrado de garrapatas (*Boophilus* spp.) en la producción de bovinos de carne en pastoreo. Manual técnico. 1a. Edición. 9-24.
- García-Corredor, D.J., Rodríguez-Vivas, R.I., Pulido-Medellín, M.O., Díaz-Anaya, A.M., & Andrade-Becerra, R.J. 2016. Evaluación *in vitro* de *Cordyceps bassiana* (Ascomycota: Sordariomycetes) en el control biológico de *Rhipicephalus microplus*. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú. 27 (1): 130–136. <https://doi.org/10.15381/rivep.v27i1.11467>
- Guedes, A., da Silva, I., Masuda, A., Schrank, A., & Henning, M. 2000. *In vitro* assessment of *Metarhizium anisopliae* isolates to control the cattle tick *Boophilus microplus*. Veterinary Parasitology. 94 (1-2): 117-125. [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(00\)00368-X](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(00)00368-X)
- González-Cerón, F., Becerril-Pérez, C.M., Torres-Hernández, G., & Díaz-Rivera, P. 2009. Garrapatas que infestan regiones corporales del bovino criollo lechero tropical en

- Veracruz, México. *Agrociencia*. 43 (1): 11-19.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30211438002>
- González-López, G., Ojeda-Chi, M., Casanova-Lugo, F., Oros-Ortega, I., Hernández-Chávez, L., Piñeiro-Vázquez, Á., & Rodríguez-Vivas, R. 2019. Actividad acaricida de extractos etanólicos de tres genotipos de *Leucaena spp.* sobre *Rhipicephalus microplus* en condiciones *in vitro*. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*. 10 (3): 692-704. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i3.4822>
- Grajales-Ruiz, J., Ibarra-Martínez, C., Ruíz-Sánchez, E. 2019. Evaluación ixodocida de *Acacia cornígera* sobre larvas de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae) (Tesis de maestría) Universidad Autónoma de Chiapas. <http://www.repositorio.unach.mx:8080/jspui/handle/123456789/3259>
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2019. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/default.aspx?ag=040010008>
- Jongejan, F., & Uilenberg, G. 2004. The global importance of ticks. *Parasitology*. 129: 3-14. <https://doi.org/10.1017/S0031182004005967>
- Mayahua, Q.L., Romero, S.D., Ahuja A.C., López O.S. 2015. Actividad acaricida de la semilla del árbol de Neem (*Azadirachta indica*) sobre garrapatas *Rhipicephalus microplus*. (tesis de maestría en ciencias). Universidad Veracruzana, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. <http://cdigital.uv.mx/handle/123456789/39514>
- Méndez, M.M., Serrano, P.J., Ávila, B.R., Rosas, G.M., y Méndez, P.N. 2002. Caracterización morfométrica del bovino criollo mixteco. Universidad de Córdoba España *Archivos de Zootecnia*. 51 (194): 217-221. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49519425>
- Ojeda-Chi, M., Rodríguez-Vivas, R., Galindo-Velasco, E., Lezama-Gutiérrez, R., Cruz-Vázquez, C. 2011. Control de *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae) mediante el uso del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* (Hypocreales: Clavicipitaceae): *Revista mexicana de ciencias pecuarias*. 2 (2): 177-192. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242011000200005&lng=es&tlng=es
- de Oliveira, M., & Pedrassani, D. 2017. Extrato hidroalcoólico de eucalipto, *Eucalyptus dunnii*, no controle do carrapato bovino, *Rhipicephalus (Boophilus)*

- microplus*. Revista Acadêmica Ciência Animal. 15: 41-48.
<https://doi.org/10.7213/academica.15.2017.06>
- Pucheta-Díaz, M., Flores-Macías, A., Rodríguez-Navarro, S., de la Torre M. 2006. Mecanismo de acción de los hongos entomopatógenos. Interciencia. 31 (12): 856-860. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33901204>
- Pulido-Medellín, M., Rodríguez-Vivas, R., García-Corredor, D., Díaz-Anaya, A., Andrade-Becerra, R. 2015. Evaluación de la eficacia de la cepa MaF1309® de *Metarhizium anisopliae* en el control biológico de garrapatas adultas de *Rhipicephalus microplus* en Tunja, Colombia. Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias, UCV. 56 (2): 75-81. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=373143367003>
- Pulido-Suarez, N. J., Cruz-Carrillo A. 2013. Eficacia de los extractos hidroalcohólicos de dos plantas sobre garrapatas adultas *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. Corpoica Ciencias Tecnológicas Agropecuarias. 14 (1): 91-97. https://doi.org/10.21930/rcta.vol14_num1_art:348
- Polanco-Echeverry, D.N., Ríos-Osorio, L.A. 2016. Aspectos biológicos y ecológicos de las garrapatas duras. Corpoica Ciencias Tecnológicas Agropecuarias. 17 (1): 81-95. https://doi.org/10.21930/rcta.vol17_num1_art:463
- Quijada, T., Jiménez, M., Marchán, V., & Araque, C. 2004. Comportamiento poblacional de la garrapata *Amblyomma cajennense* F. (Acarina: Ixodidae) según época y manejo garrapaticida en fincas de doble propósito en las Yaguas, Estado Lara, Venezuela. Veterinaria Tropical. 29-30 (1 y 2): 7-22.
- Ribeiro, V.L.S., Toigo, E., Bordignon, A.L.S., Goncalves, K., and Von Poser, G. 2007. Acaricidal properties of extracts from the aerial parts of *Hypericum polyanthemum* on the cattle tick *Boophilus microplus*. Veterinary Parasitology 147: 199-203. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2007.03.027>
- Rodríguez-Vivas, R.I., Quiñones, A.F., Fragoso, S.H. 2005. Epidemiología y control de la garrapata *Boophilus* en México. En: Enfermedades de importancia económica en producción animal. Rodríguez-Vivas RI editor. México DF: McGraw-Hill-UADY; pp. 571-592.
- Rodríguez-Vivas, R.I., Torres-Acosta, J.F., Ramírez-Cruz, G., Rosado-Aguilar, J.A., Aguilar-Caballero, A.J., Ojeda-Chi, M.M. Bolio, G.M.E. 2011. Control de parásitos internos y externos que afectan al ganado bovino en Yucatán, México: Consejo

- Nacional de Ciencia y Tecnología. Manual técnico. 18-35.
<https://www.researchgate.net/publication/268223768>
- Rodríguez-Vivas, R.I., Hodgkinson, J.E., & Trees, A.J. 2012. Resistencia a los acaricidas en *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*: situación actual y mecanismos de resistencia. Revista mexicana de ciencias pecuarias. 3 (Supl. 1), 9-24.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242012000500004&lng=es&tlng=es
- Rodríguez-Vivas, R.I., Rosado-Aguilar, J.A., Ojeda-Chi, M., Pérez-Cogollo, L.C., Trinidad-Martínez, I., Bolio-González, M.E. 2014. Control integrado de garrapatas en la ganadería bovina. Revista Ecosistemas y Recursos Agropecuarios. 1(3): 295-309.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=358633238009>
- Rodríguez-Vivas, R.I., Grisi, L., Pérez-de León, A.A., Silva-Villela, H., Torres-Acosta, J.F., Fragoso-Sánchez, H., Romero-Salas, D., Rosario-Cruz, R., Saldierna, F., García-Carrasco, D. 2017. Potential economic impact assessment for cattle parasites in México. Revision. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 8 (1): 61-74.
<http://dx.doi.org/10.22319/rmcp.v8i1.4305>
- Rosado-Aguilar, J.A., Arjona-Cambranes, K., Torres-Acosta, J.F., Rodríguez-Vivas, R.I., Bolio-González, M.E., Ortega-Pacheco, A., Alzina-López, A., Gutiérrez-Ruiz, E.J., Gutiérrez-Blanco, E., Aguilar-Caballero, A.J. 2017. Plant products and secondary metabolites with acaricide activity against ticks. Veterinary Parasitology 238: 66-76.
DOI: [10.1016 / j.vetpar.2017.03.023](https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2017.03.023)
- Sardá, R.V.L., Toigo E., Bordignon, S.A.L., Goncalves, K., & Von Poser G. 2007. Acaricidal properties of extracts from the aerial parts of *Hypericum polyanthemum* on the cattle tick *Boophilus microplus*. Revista Veterinary Parasitology 147:199-203.
<https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2007.03.027>
- SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). 2021. disponible en <https://www.gob.mx/senasica/documentos/situacion-actual-del-control-de-la-garrapata-boophilus-spp>.
- SIAP (Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera). 2021. Situación actual Campaña Nacional para el control de la garrapata *Boophilus spp*.
<https://www.gob.mx/senasica/documentos/situacion-actual-del-control-de-la-garrapata-boophilus-spp>

- Severino-Lendecky, V.H., Perezgrovas-Garza, R.A., Ahuja-Aguirre, C., Montiel-Palacios, F., Peralta-Torres, J.A., Segura-Correa, J.C. 2021. Caracterización socioeconómica y tecnológica de los sistemas productivos con bovinos criollos en Campeche, México. *Acta Universitaria* 31: 1-14. doi. <http://doi.org/10.15174.au.2021.3102>
- Ulloa-Arvizu, R., Gayosso-Vázquez, A., Ramos-Kuri, M., Estrada, F.J., Montaña, M., Alonso, R.A. 2008. Genetic analysis of Mexican Criollo cattle populations. *Journal of Animal Breeding and Genetics*. 125: 351-359. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0388.2008.00735.x>
- Wanderley, F.L., Rodrigues, K.L., Furtado, C.J., da Silva, L.A., Alves, L.G., dos Santos, S.A. M., Costa, J.L.M. 2017. The first assessment of the stress inducible defense of *Leucaena leucocephala* with acaricidal potential effect against *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae). *Brazilian Journal of Veterinary Parasitology*. 26 (2): 171-176. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612017026>

CAPÍTULO II.

ACTIVIDAD ACARICIDA DE EXTRACTOS ETANÓLICOS SOBRE *Rhipicephalus microplus* EN CONDICIONES *IN VITRO*

ACARICIDAL ACTIVITY OF ETHANOL EXTRACTS ON *Rhipicephalus microplus* *IN VITRO* CONDITIONS

Leysver de la Rosa Cancino¹ , Víctor Hugo Severino Lendechy^{2*} , Ángel Trinidad Piñeiro Vázquez¹ , Daniela Saray Rico Costilla³ , Ángel Carmelo Sierra Vázquez¹ 

¹Tecnológico Nacional de México / Campus Conkal, División de Estudios de Posgrado e Investigación Km 16.3 antigua carretera Mérida-Motul, Conkal, Yucatán, México. C.P. 97345.

²Centro Etnoagropecuarios / Universidad Autónoma de Chiapas / Blvd. Javier López Moreno S/N, San Cristóbal de las Casas, Chiapas; México C.P.

³Universidad Autónoma de Nuevo León / Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Calzada General Francisco Villa 20, Hacienda del Cañada, 66054 Cd. General Escobedo, Nuevo León, México. C.P. 66054.

*Autor de correspondencia: Víctor Hugo Severino Lendechy. vhseverino@hotmail.com

Resumen

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto ixodicida de extractos vegetales para el control de garrapatas *R. microplus* en bovinos criollo de Nunkiní, Campeche. Se realizó poda inicial (0 días) y de formación (45 días) de Ja'abin (*Piscidia piscipula*), Ramón (*Brosimum alicastrum*) y Tzalam (*Lysiloma latisiliquum*). Se colectaron muestras de hojas de las tres especies para elaborar extractos etanólico (EE) por maceración simple a tres concentraciones de 33, 66 y 100 mg/mL⁻¹ con tres repeticiones por tratamiento (n=30). Cada repetición fue sometida a pruebas de inmersión en adultos (PIA) y eficacia reproductiva (ER). Se monitorio y tomo lectura con intervalo de 24, 48, 72 y 96 horas de inoculado el EE para determinar mortalidad y ovoposición. Se empleó un diseño completamente al azar con arreglo factorial de 5 x 2 x 3. El análisis de los datos se realizó por el programa PROC

ANOVA del SAS. El EE con *P. piscipula* presento una mayor mortalidad, he inhibición de ovoposición (79.12 y 87.27%, respectivamente), a una concentración de 100 mg/mL⁻¹ a las 96 h comparado con *B. alicastrum* y *L. latisiliquum* (45.92 y 84.96% y 51.50 y 86.28%, respectivamente). En conclusión, el EE de *P. piscipula* demostró tener mayor eficacia acaricida y reproductiva (disminución de ovoposición) sobre *R. microplus* a una concentración de 100 mg/mL⁻¹ a las 96 h.

Palabras claves: mortalidad, extractos etanólicos, efecto ixodicida

2.2 Abstract

The objective of this research was to evaluate the ixodicidal effect of plant extracts for the control of *R. microplus* ticks in Creole cattle from Nunkiní, Campeche. Initial pruning (0 days) and training pruning (45 days) of Ja'abin (*Piscidia piscipula*), Ramón (*Brosimum alicastrum*) and Tzalam (*Lysiloma latisiliquum*) were carried out. Leaf samples of the three species were collected to elaborate ethanolic extracts (EE) by simple maceration at three concentrations of 33, 66 and 100 mg/mL⁻¹ with three repetitions per treatment (n= 30). Each repetition was subjected to immersion tests in adults (AIT) and reproductive efficiency (ER). The EE was monitored and read at intervals of 24, 48, 72 and 96 hours after inoculation to determine mortality and oviposition. A completely randomized design with a factorial arrangement of 5 x 2 x 3 was used. Data analysis was performed by the PROC ANOVA program of SAS. The EE with *P. piscipula* presented a higher mortality and oviposition inhibition (79.12% and 87.27% respectively) at a concentration of 100 mg/mL⁻¹ at 96 h compared to *B. alicastrum* and *L. latisiliquum* (45.92 and 84.96% and 51.50 and 86.28%, respectively). In conclusion, the EE of *P. piscipula* demonstrated to have greater acaricidal and reproductive efficiency (reducing the ability to lay eggs) over *R. microplus* at a concentration of 100 mg/mL⁻¹ at 96 h

Keywords: mortality, ethanolic extracts, ixodicide effect

Literatura citada

- Alonso-Díaz, M.A., Rodríguez-Vivas, R.I., Fragoso-Sánchez, H. 2006. Resistencia de la garrapata *Boophilus microplus* a los ixodicidas. Archivos de Medicina Veterinaria; 38:105-113. <http://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2006000200003>.
- Arceo-Medina, G.N., Rosado-Aguilar, J.A., Rodríguez-Vivas, R.I., Borges-Argaez, R. 2016. Synergistic and antagonistic action of fatty acids: sulphides and stilbene against acaricide-resistant *Rhipicephalus microplus* ticks. Rev. Veterinary Parasitology; 228:121–125. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2016.08.023>
- Barbehenn, R.V., Jaros, A., Lee, G., Mozola, C., Weir, Q., Pekka, S.J. 2009. Tree resistance to *Lymantria dispar* caterpillars: importance and limitations of foliar tannin composition. Oecología. 159, 777-788. <https://doi.org/10.1007/s00442-008-1268-7>
- Barroso, C.P., Barbosa, A.F., Zeringóta, V., Melo, D., Novato, T., Fidelis, Q. C., Fabri, R.L., de Carvalho, M.G., Ubirajara, A., Daemon, E., & Oliveira, M.C.M. 2016. Acaricidal activity of methanol extract of *Acmella oleracea* L. (Asteraceae) and spilanthal on *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae) and *Dermacentor nitens* (Acari: Ixodidae). Veterinary Parasitology, 228, 137-143. DOI: [10.1016/j.vetpar.2016.08.026](https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2016.08.026)
- Bravo, M., Coronado, A., Henríquez, H. 2008. Eficacia *in vitro* del amitraz sobre poblaciones de *Boophilus microplus* provenientes de explotaciones lecheras del estado de Lara, Venezuela. Zootecnia Tropical 26 (1): 35-40. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692008000100005&lng=es&nrm=iso
- Bravo, M.M., Sanabria, C.M.E., Rodríguez, G.D.A., Valera, M.R. 2015. Efecto de extractos etanólicos y aceites esenciales foliares de orégano silvestre (*Lippia origanoides* H.B.K.) y matarratón (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Walpers) en el control de la garrapata común del bovino (*Rhipicephalus microplus*) (Acari: Ixodidae). Revista Científica UDO Agrícola 15 (1): 15 - 22. <https://www.researchgate.net/publication/287811700>

- Canales, G.M. 2007. Desarrollo de vacunas para el control de garrapatas. Tesis Doctoral. Universidad de Castilla-La Mancha. Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos. España. 125 p. <http://hdl.handle.net/10578/2808>
- Dantas, A.C., Araujo, A., Marques, A.G., Branco, A., Sangioni, L.A., Guedes, J.R., 2016. Acaricidal activity of *Amburana cearensis* on the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. *Ciência Rural*. 46: 536-541. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20150334>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2003. Resistencia a los antiparasitarios. Estado actual con énfasis en América Latina. Producción y sanidad animal. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura. <https://www.fao.org/publications/card/es/c/da2d1890-1d93-5bd5-8785-d8af5540b83f/>
- Fernández-Salas, A., Alonso-Díaz, M.A., Acosta-Rodríguez, R., Torres-Acosta, F.J., Sandoval-Castro, C.A., Rodríguez-Vivas, R.I. 2011. *In vitro* acaricidal effect of tannin-rich plants against the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae). *Veterinary Parasitology*. 175: 113-118. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2010.09.016>
- Fernández-Ruvalcaba, M., Berlanga-Padilla, A., Cruz-Vázquez, C., Hernández-Velázquez, V.M. 2010. Evaluación de cepas de *Beauveria bassiana* y *Metharizium anisopliae* sobre la inhibición de oviposición, eclosión y potencial reproductivo en una cepa triple resistente de garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Canestrini) (Acari: Ixodidae). *Entomotropica* 25(3): 109-115. http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_ento/article/view/7396
- García-Corredor, D., Rodríguez-Vivas, R., Pulido-Medellín, M., Díaz-Anaya, A., Andrade-Becerra, R. 2016. Evaluación *in vitro* de *Cordyceps bassiana* (Ascomycota: Sordariomycetes) en el control biológico de *Rhipicephalus microplus*. *Revista de investigaciones Veterinarias del Perú, RIVEP*, 27 (1): 130-136. <https://doi.org/10.15381/rivep.v27i1.11467>
- González-López, G., Ojeda-Chi, M., Casanova-Lugo, F., Oros-Ortega, I., Hernández-Chávez, L., Piñeiro-Vázquez, Á., & Rodríguez-Vivas, R. 2019. Actividad acaricida de extractos etanólicos de tres genotipos de *Leucaena spp.* sobre *Rhipicephalus*

- microplus* en condiciones *in vitro*. Revista mexicana de ciencias pecuarias, 10 (3): 692-704. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i3.4822>
- Grajales-Ruiz, J.G., Ibarra-Martínez, C.E., Ruíz-Sánchez, E., 2019. Evaluación Ixodícida de *Acacia cornígera* sobre larvas de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae) (Tesis de maestría) Universidad Autónoma de Chiapas. <http://www.repositorio.unach.mx:8080/jspui/handle/123456789/3239>
- Guedes, A., da Silva, I., Masuda, A., Schrank, A., & Henning, M. 2000. *In vitro* assessment of *Metarhizium anisopliae* isolates to control the cattle tick *Boophilus microplus*. Veterinary Parasitology, 94 (1-2): 117-125. [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(00\)00368-X](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(00)00368-X)
- Guerrero, F.D; Lovis, L; Martins, J.R. 2012. Acaricide resistance mechanisms in *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. Revista Brasileira de Parasitología Veterinaria, Jaboticabal, 21:1–6. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612012000100002>
- Hernández P.M.D., Lannacone J. 2006. Efectividad de extractos botánicos de diez plantas sobre la mortalidad y repelencia de larvas de *Rhynchophorus palmarum* L., insecto plaga del Pijuayo *Bactris gasipaes* Kunth en la Amazonía del Perú. Agricultura Técnica en México 66 (1): 21-30. <http://dx.doi.org/10.4067/S0365-28072006000100003>
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2021. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/default.aspx?ag=040010008>
- Isea-Fernández, G.A., Rodríguez-Rodríguez, I.E., & Hernández-Paz, A.J. 2013. Tick control activity of *Azadirachta indica* A. Juss. (neem). Revista Cubana de Plantas Medicinales, 18 (2): 327-340. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962013000200015&lng=es&tlng=en
- Jongejan, F., & Uilenberg, G. 2004. The global importance of ticks, Parasitology. 129: 3-14. <https://doi.org/10.1017/S0031182004005967>
- Mayahua, Q.L., Romero, S.D., Ahuja, A.C.C., López, O.S. 2015. Actividad acaricida de la semilla del árbol de Neem (*Azadirachta indica*) sobre garrapatas *Rhipicephalus microplus*. (Tesis maestría en ciencias) Universidad Veracruzana, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. <http://cdigital.uv.mx/handle/123456789/39514>

- Oliveira, M. K. F. d., y Pedrassani, D. 2017. Extrato hidroalcoólico de eucalipto, *Eucalyptus dunnii*, no controle do carrapato bovino, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. *Revista Académica de Ciencia Animal*, 15(1): 41-48. <http://dx.doi.org/10.7213/academica.15.2017.06>
- Puchera-Díaz, M., Flores-Macías, A., Rodríguez-Navarro, S., de la Torre, M. 2006. Mecanismo de acción de los hongos entomopatógenos. *Revista Interciencia*, 31 (12): 856-860. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33901204>
- Pulido-Medellín, M.O., Rodríguez-Vivas, R.I., García-Corredor, D.J., Díaz-Anaya, A.M., Andrade-Becerra, R.J. 2015. Evaluación de la Eficacia de la Cepa MaF1309® de *Metarhizium anisopliae* en el Control Biológico de Garrapatas Adultas de *Rhipicephalus microplus* en Tunja, Colombia. *Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias*, UCV, 56, núm. 2, 75-81. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-65762015000200004&lng=es&tlng=es
- Pulido, S.N.J., Cruz, C.A. 2013. Eficacia de los extractos hidroalcohólicos de dos plantas sobre garrapatas adultas *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. *Corpoica Ciencias Tecnológicas Agropecuarias*. 14(1) 91-97. https://doi.org/10.21930/rcta.vol14_num1_art:348
- Rodríguez-Vivas, R.I, Quiñones, A.F., Frago, S.H. 2005. Epidemiología y control de la garrapata *Boophilus* en México. En: *Enfermedades de importancia económica en producción animal*. Rodríguez-Vivas RI editor. México DF: McGraw-Hill-UADY; 2005: pp. 571-592.
- Rodríguez-Vivas, R.I., Torres-Acosta, J.F., Ramírez-Cruz, G., Rosado-Aguilar, J.A., Aguilar-Caballero, A.J., Ojeda-Chi, M.M., y otros. 2011. Manual técnico: Control de parásitos internos y externos que afectan al ganado bovino en Yucatán, México (págs. 18-35). Yucatán, México: UADY. CONACYT. <https://www.researchgate.net/publication/268223768>
- Rodríguez-Vivas, R.I., Grisi, L., Pérez-de León. A.A., Silva, V.H., Torres-Acosta, J., Frago-Sánchez, H. 2017. Potential economic impact assessment for cattle parasites in México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 8 (1): 61-74. <http://dx.doi.org/10.22319/rmcp.v8i1.4305>

- Rodríguez-Vivas, R.I., Rosado-Aguilar, J.A., Ojeda-Chi, M., Pérez-Cogollo, L.C., Trinidad-Martínez, I., Bolio-González, M.E. 2014. Control integrado de garrapatas en la ganadería bovina. *Revista Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*.1 (3): 295-308. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=358633238009>
- Rodríguez-vivas, R.I., Jonsson, N.N., Bhushan, C. 2018. Strategies for the control of *Rhipicephalus microplus* ticks in a world of conventional acaricide and macrocyclic lactone resistance. *Parasitology Research* 117, 3–29. <https://doi.org/10.1007/s00436-017-5677-6>
- Rosado-Aguilar, J.A., Aguilar-Caballero, A.J., Rodríguez-Vivas, R.I., Borges-Argaez, R., García-Vázquez, Z., Méndez-González, M. 2010. Acaricidal activity of extracts from *Petiveria alliacea* (Phytolaccaceae) against the cattle tick, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: ixodidae). *Revista Veterinary Parasitology*. 168: 299-303. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2009.11.022>
- Sardá, R.V.L., Toigo, E., Bordignon, A.L., Goncalves, K., Von Poser, G. 2007. Acaricidal properties of extracts from the aerial parts of *Hypericum polyanthemum* on the cattle tick *Boophilus microplus*. *Veterinary Parasitology* 147:1-2 99–203. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2007.03.027>
- SENASICA, (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). 2021. disponible en <https://www.gob.mx/senasica/documentos/situacion-actual-del-control-de-la-garrapata-boophilus-spp>
- Sharapin, N., Rocha, L.M., Pinzón, S.R., CYTED (Organization)., & Convenio Andrés Bello (Organization). (2000). *Fundamentos de tecnología de productos fitoterapéuticos*. Santafé de Bogotá, D.C., Colombia: Programa Iberoamericano de Ciencias y Tecnología para el Desarrollo. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201300062505>
- UDELAR, (Universidad de la República de Uruguay), 2001. “Preparación de Extractos”, <http://mail.fq.edu.uy/~planta/pdf/FarmacognisiaPE80/PREPARACIONEXTRACTOS.pdf>
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B. and Lewis, B.A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral-detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*., 74: 3583-3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)

Wanderley, L.F., Rodrigues-Batista, K.L., de Carvalho, J.F., da Silva-Lima, A., Alves-Landulfo, G., dos Santos-Soares. 2017. The first assessment of the stress inducible defense of *Leucaena leucocephala* with acaricidal potential effect against *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae). Brazilian journal Veterinary Parasitology. 26 (2): 171-176. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1984-29612017026>

CAPITULO III.

EFICACIA DE LOS EXTRACTOS ETANÓLICOS DE TRES ESPECIES VEGETALES SOBRE *Rhipicephalus microplus* EN CAMPECHE, MEXICO

IXODICIDE EFFECT OF ETHANOLIC EXTRACTS FROM THREE PLANT SPECIES ON *Rhipicephalus microplus* IN CAMPECHE, MEXICO

Leysver de la Rosa Cancino^{1*}, Víctor Hugo Severino Lendechy², Ángel Trinidad Piñeiro Vázquez¹, Daniela Saray Rico Costilla³, Ángel Carmelo Sierra Vásquez¹

¹Tecnológico Nacional de México / Campus Conkal, División de Estudios de Posgrado e Investigación Km 16.3 antigua carretera Mérida-Motul, Conkal, Yucatán, México. C.P. 97345.

²Centro Etnoagropecuarios / Universidad Autónoma de Chiapas / Blvd. Javier López Moreno S/N, San Cristóbal de las Casas, Chiapas; México C.P.

³Universidad Autónoma de Nuevo León / Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Calzada General Francisco Villa 20, Hacienda del Cañada, 66054 Cd. General Escobedo, Nuevo León, México. C.P. 66054.

*Autor de correspondencia: Leysver de la Rosa Cancino. leydelarosa@gmail.com

3.1 Resumen

El objetivo del presente estudio fue evaluar la eficacia acaricida *in vitro* de extractos vegetales para el control de garrapatas *Rhipicephalus microplus* en bovinos criollos de Nunkiní, Campeche. Se realizó poda inicial (0 días) y de formación (45 días) de Chucum (*Harvardia albicans*), Wa'axim (*Leucaena leucocephala*) y Pixoy (*Guazuma ulmifolia* Lam). Se colectaron muestras de hojas de las tres especies para elaborar extractos etanólicos (EE) por maceración simple a tres concentraciones de 33, 66 y 100 mg/mL⁻¹ con tres repeticiones por tratamiento (n=30). Cada repetición fue sometida a pruebas de inmersión en adultos (PIA) y eficacia reproductiva (ER). Se monitorio y tomo lectura con intervalo de 24, 48, 72 y 96 h de inoculado el EE para determinar mortalidad y ovoposición. Se empleo un diseño

completamente al azar con arreglo factorial de 5 x 2 x 3. El análisis de los datos se realizó por el programa PROC ANOVA del SAS. El EE con *L. leucocephala* presentó una mayor mortalidad y menor ovoposición (67.22% y 11.72%) a una concentración de 100 mg/mL⁻¹ a las 96 h comparado con *H. albicans* y *G. ulmifolia* (47.22 y 23.26% y 41.11% y 17.70%, respectivamente). En conclusión, el EE de *L. leucocephala* demostró tener mayor eficacia acaricida y reproductiva (reduciendo la capacidad de poner huevos) sobre *R. microplus* a una concentración de 100 mg/mL⁻¹ a las 96 h.

Palabras claves: mortalidad, extractos etanólicos, efecto ixodicida

3.2 Abstract

The objective of this study was to evaluate the in vitro acaricidal efficacy of plant extracts for the control of *R. microplus* ticks in Creole cattle from Nunkiní, Campeche. Initial pruning (0 days) and training (45 days) of Chucum (*Harvadia albicans*), Wa'axim (*Leucaena leucocephala*) and Pixoy (*Guazuma ulmifolia*) were carried out. Leaf samples of the three species were collected to prepare ethanolic extracts (EE) by simple maceration at three concentrations of 33, 66 and 100 mg/mL⁻¹ with three repetitions per treatment (n=30). Each replicate was subjected to Adult Immersion (IAT) and Reproductive Efficiency (RE) tests. The EE was monitored and read at intervals of 24, 48, 72 and 96 hours after inoculation to determine mortality and oviposition. A completely randomized design with a 5 x 2 x 3 factorial arrangement was used. Data analysis was performed using the SAS PROC ANOVA program. The EE with *L. leucocephala* presented higher mortality and lower oviposition (67.22% 11.72%) at a concentration of 100 mg/mL⁻¹ at 96 h compared to *H. albicans* and *G. ulmifolia* (47.22 and 23.26% and 41.11% and 17.70%, respectively). In conclusion, the EE of *L. leucocephala* showed greater acaricidal and reproductive efficacy (reducing the ability to lay eggs) over *R. microplus* at a concentration of 100 mg/mL⁻¹ at 96 h

Keywords: mortality, ethanolic extracts, ixodicide effect

3.9 Literatura citada

- Alonso-Díaz, M.A., Rodríguez-Vivas, R.I., Fragoso-Sánchez, H. 2006. Resistencia de la garrapata *Boophilus microplus* a los ixodicidas. Archivos de Medicina Veterinaria; 38: 105-113. <http://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2006000200003>.
- Bravo, M., Coronado, A., Henríquez, H. 2008. Eficacia *in vitro* del amitraz sobre poblaciones de *Boophilus microplus* provenientes de explotaciones lecheras del estado de Lara, Venezuela. Zootecnia Tropical 26 (1): 35-40. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692008000100005&lng=es&nrm=iso
- Dos Santos-Dantas, A.C., de Carvalho-Araujo, A., Gomes-Marques, A.G., Branco, A., Sangioni, L.A., Guedes- da Silva, J.R., Horta, M.C. 2016. Acaricidal activity of *Amburana cearensis* on the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. *Parasitology. Ciência Rural*. 46 (3) 536-541. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20150334>
- FAO (Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura). 2003. Resistencia a los antiparasitarios. Estado actual con énfasis en América Latina. <https://www.fao.org/publications/card/es/c/da2d1890-1d93-5bd5-8785-d8af5540b83f/>
- Figueiredo, A., Nascimento, M.L., Lopes, L.G., Giglioti, R., Albuquerque, R., Santos, M.G., Deborah Falcão, D. Q., Nogueira, J.A.P., Rocha, L., Chagas, A.C. 2018. First report of the effect of *Ocotea elegans* essential oil on *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. *Veterinary Parasitology*, (252) 131-136.
- González-López, G., Ojeda-Chi, M., Casanova-Lugo, F., Oros-Ortega, I., Hernández-Chávez, L., Piñeiro-Vázquez, Á., & Rodríguez-Vivas, R., 2019. Actividad acaricida de extractos etanólicos de tres genotipos de *Leucaena spp.* sobre *Rhipicephalus microplus* en condiciones *in vitro*. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 10 (3), 692-704. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i3.4822>
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2021. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/default.aspx?ag=040010008>

- Isea-Fernández, G.A., Rodríguez-Rodríguez, I. E., & Hernández-Paz, A.J. 2013. Actividad garrapaticida de *Azadirachta indica* A. Juss. (nim). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 18 (2), 327-340.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962013000200015&lng=es&tlng=es.
- Jaramillo, H.D., González, R.A., Pedraza, C.N., Sierra, A.G., García, M.G., Jara, A.R. 2020. Efecto acaricida de *Momordica charantia*, *Megaskepsma erythrochlamys* y *Gliricidia sepium* sobre *Rhipicephalus microplus*. *Revista MVZ Córdoba*. 25(1): e1951. DOI: <https://doi.org/10.21897/rmvz.1951>
- Mayahua, Q.L., Romero, S.D., Ahuja, A.C.C., López, O.S. 2015. Actividad acaricida de la semilla del árbol de Neem (*Azadirachta indica*) sobre garrapatas *Rhipicephalus microplus*. (Tesis maestría en ciencias) Universidad Veracruzana, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. <http://cdigital.uv.mx/handle/123456789/39514>
- Pulido-Medellín, M., Rodríguez-Vivas, R., García-Corredor, D., Díaz-Anaya, A., & Andrade-Becerra, R. 2015. Evaluación de la eficacia de la Cepa MaF1309® de *Metarhizium anisopliae* en el Control Biológico de Garrapatas Adultas de *Rhipicephalus microplus* en Tunja, Colombia. *Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias, UCV*, 56, núm. 2, 75-81.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33901204>
- Pulido, S.N.J., Cruz, C. A. 2013. Eficacia de los extractos hidroalcohólicos de dos plantas sobre garrapatas adultas *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. *Corpoica Ciencias Tecnológicas Agropecuarias*. 14 (1): 91-97.
https://doi.org/10.21930/rcta.vol14_num1_art:348
- Ravindran, R., Juliet, S., Sunil, A.R., Kumar, K.G., Nair, S.N., Amithamol, K.K., Shynu, M., Rawat, A.K., Ghosh, S. 2011. Eclosion blocking effect of ethanolic extract of *Leucas aspera* (Lamiaceae) on *Rhipicephalus (Boophilus) annulatus*. *Veterinary Parasitology* Jun 30;179 (1-3): 287 - 90. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2011.02.021>
- Ribeiro, V.L.S., Toigo E., Bordignon, S.A.L., Goncalves, K. and Von Poser, G. 2007. Acaricidal properties of extracts from the aerial parts of *Hypericum polyanthemum* on the cattle tick *Boophilus microplus*. *Veterinary Parasitology* 147: 199-203.
<https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2007.03.027>

- Rodríguez, M.C.E., Pulido, S.N.J. 2015. Eficacia de extractos vegetales sobre la garrapata adulta *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* y su oviposición. *Revista Cubana Plantas Medicinales*. 20 (4): 375-388.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962015000400002&lng=es&nrm=iso
- Rodríguez-Molano, C.E., Pulido-Suárez, N. J. 2015. Eficacia de extractos vegetales sobre la garrapata adulta *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* y su oviposición. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 20 (4)
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962015000400002&lng=es&tlng=es
- Rodríguez-Vivas, R.I., Quiñones, A.F., Fragoso, S.H. 2005. Epidemiología y control de la garrapata *Boophilus* en México. En: Enfermedades de importancia económica en producción animal. Rodríguez-Vivas RI editor. México DF: McGraw-Hill-UADY; 2005: pp. 571-592.
- Rodríguez-Vivas, R.I., Gris, L., Pérez-de León, A.A., Silva, V.H., Torres-Acosta, J., Fragoso-Sánchez, H. 2017. Potential economic impact assessment for cattle parasites in México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*; 8(1): 61-74.
<http://dx.doi.org/10.22319/rmcp.v8i1.4305>
- Rodríguez-Vivas, R.I., Rosado-Aguilar, J.A., Ojeda-Chi, M., Pérez-Cogollo, L.C., Trinidad-Martínez, I., Bolio-González, M.E. 2014. Control integrado de garrapatas en la ganadería bovina. *Rev. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*;1(3): 295-308.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=358633238009>
- Rodríguez-Vivas, R.I., Jonsson, N.N., Bhushan, C. 2018. Strategies for the control of *Rhipicephalus microplus* ticks in a world of conventional acaricide and macrocyclic lactone resistance. *Parasitology*. Res. 117, 3–29. <https://doi.org/10.1007/s00436-017-5677-6>
- Rosado-Aguilar, J.A., Aguilar-Caballero, A.J., Rodríguez-Vivas, R.I., Borges-Argaez, R., García-Vázquez, Z., Méndez-González, M. 2010. Acaricidal activity of extracts from *Petiveria alliacea* (Phytolaccaceae) against the cattle tick, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: ixodidae). *Rev. Veterinary Parasitology*; 168: 299-303. DOI: [10.1016/j.vetpar.2009.11.022](https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2009.11.022)

- Sardá, R.V.L., Toigo, E., Bordignon, A.L., Goncalves, K., Von Poser, G. 2007. Acaricidal properties of extracts from the aerial parts of *Hypericum polyanthemum* on the cattle tick *Boophilus microplus*. *Revista Veterinary Parasitology* 147:199–203. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2007.03.027>
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA, 2020), disponible en <https://www.gob.mx/senasica/documentos/situacion-actual-del-control-de-la-garrapata-boophilus-spp>
- Sharapin, N., Rocha, L.M., Pinzón, S.R., CYTED (Organization)., & Convenio Andrés Bello (Organization). 2000. *Fundamentos de tecnología de productos fitoterapéuticos*. Santafé de Bogotá, D.C., Colombia: Programa Iberoamericano de Ciencias y Tecnología para el Desarrollo. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201300062505>
- Srivastava, R., Ghosh, S., Mandal, D.B. 2008. Eficacia de los extractos de Azadirachta indica contra *Boophilus microplus*. *Parasitology Research* 104, 149-153. <https://doi.org/10.1007/s00436-008-1173-3>
- UDELAR (Universidad de la República de Uruguay), 2001. “Preparación de Extractos”, <http://mail.fq.edu.uy/~planta/pdf/FarmacognisiaPE80/PREPARACIONEXTRACTOS.pdf>
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B. and Lewis, B.A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral-detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science.*, 74: 3583-3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
- Wanderley, L.F., Rodrigues-Batista, K.L., de Carvalho, J.F., da Silva-Lima, A., Alves-Landulfo, G., dos Santos-Soares, A.M., Costa, J.L.M. 2017. The first assessment of the stress inducible defense of *Leucaena leucocephala* with acaricidal potential effect against *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae). *Brazilian Journal Veterinary Parasitology* 26(2):171-176. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612017026>