



**UNIVERSIDAD MICHOACANA
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**



**Instituto de Investigaciones
Agropecuarias y Forestales**

Programa de Maestría en Producción Agropecuaria

Evaluación exploratoria de la actividad acaricida *in vitro* de extractos de *Acmella radicans* contra garrapatas (*Rhipicephalus microplus*) provenientes de bovinos productores de leche bajo condiciones de clima templado

Tesis que como requisito para obtener el grado de:

**MAESTRO EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA
CON OPCIÓN TERMINAL PECUARIA**

Presenta:

MVZ Luis Alejandro Martínez Ramos

Directora de tesis:

Dra. Ernestina Gutiérrez Vázquez

Codirectora:

Dra. Margarita Vargas Sandoval

Morelia, Michoacán, diciembre 2024



**UNIVERSIDAD MICHOACANA
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**



**Instituto de Investigaciones
Agropecuarias y Forestales**

Programa de Maestría en Producción Agropecuaria

Evaluación exploratoria de la actividad acaricida *in vitro* de extractos de *Acmella radicans* contra garrapatas (*Rhipicephalus microplus*) provenientes de bovinos productores de leche bajo condiciones de clima templado

Trabajo de tesis que como requisito para obtener el grado de:

**MAESTRO EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA
CON OPCIÓN TERMINAL PECUARIA**

Presenta: MVZ Luis Alejandro Martínez Ramos

Directora de tesis: Dra. Ernestina Gutiérrez Vázquez

Codirectora: Dra. Margarita Vargas Sandoval

Asesores:

Dr. Ruy Ortíz Rodríguez

Dr. Aureliano Juárez Caratachea

Dr. José Isaac Figueroa De la Rosa

Morelia, Michoacán, diciembre 2024

DEDICATORIA

A mis padres, Rosa María Ramos y Francisco Martínez, a mis hermanos Judas y Fabian, por apoyarme siempre y motivarme a alcanzar mis sueños, por su apoyo incondicional y el amor que me brindan.

A mí tía Elvira Ramos, por sus consejos, apoyo incondicional y siempre estar ahí alentándome para ser mejor cada día en todos los aspectos.

A mí tío Jesús Martínez, que, aunque no esté físicamente para celebrar este logro, agradezco el cariño y apoyo brindado siempre.

¡Gracias por tanto!

“La inteligencia consiste no solo en el conocimiento, sino también en la destreza de aplicar los conocimientos en la práctica”

-Aristóteles

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo**, en especial al **Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales**, así como al **Programa de Maestría en Producción Agropecuaria**.

Al **Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT)** por la beca otorgada para realizar mis estudios de posgrado.

A la **Facultad de Agrobiología Presidente Juárez** por su apoyo brindado al facilitarme las instalaciones para el desarrollo de esta investigación.

A mí directora de tesis, **Dra. Ernestina Gutiérrez Vázquez**, por brindarme la confianza y aceptarme en su equipo de investigación.

A mí codirectora, **Dra. Margarita Vargas Sandoval**, por dedicarme tiempo, compartir sus conocimientos, por enseñarme técnicas de laboratorio e identificación entomológica.

A mí asesor **Ruy Ortiz Rodríguez**, por siempre apoyarme, compartir sus conocimientos, gracias a usted entendí un poco mejor la estadística, gracias tanta paciencia y por facilitarme herramientas estadísticas.

A mí asesor, **Dr. Aureliano Juárez Caratachea**, por su tiempo, compartir conocimiento y ayudarme a mejorar mis citas bibliográficas.

A mí asesor **Dr. José Isaac Figueroa De la Rosa**, por su apoyo, críticas constructivas y sugerencias para el desarrollo experimental de esta investigación.

A los productores de la región que amablemente me facilitaron su ganado y accedieron a ser entrevistados para el desarrollo de esta investigación.

A todos ellos quiero expresar mi más sincero agradecimiento por su guía, apoyo en mi proyecto de tesis. Estaré siempre agradecido por su esfuerzo, dedicación y compromiso con mi formación académica.

¡GRACIAS!

Contenido

Resumen	7
Abstract.....	8
1. Introducción	9
<2. Antecedentes	11
2.1 Producción y consumo de leche de bovino en México.....	11
2.2 Producción y consumo de leche de bovino en Michoacán.....	12
2.2.1 Principales sistemas de producción de bovinos productores de leche en Michoacán	12
2.2.2 Problemática en los sistemas de producción de bovinos de leche a nivel familiar.....	13
2.2.3 Efecto de los ectoparásitos en los sistemas de producción de leche familiar.....	14
2.3 Las garrapatas y la productividad de las vacas lecheras.....	16
2.3.1 Las garrapatas en los sistemas de producción de leche bajo condiciones de clima templado.....	17
2.3.2 Generalidades de las garrapatas, taxonomía y ciclo biológico..	18
2.3.3 Métodos de control de las garrapatas en los sistemas de producción bovinos leche bajo condiciones ambientales de trópico y templado	19
2.3.4 Situación actual de <i>R. microplus</i> en México.....	21
2.4 Uso de <i>Acmella radicans</i> como estrategia no convencional para el control de la garrapata.....	25
3. Planteamiento del problema	29
4. Justificación de problema	29
5. Hipótesis.....	30
5.1 Hipótesis General	30
5.2 Hipótesis específicas.....	30
6. Objetivos	30
6.1 Objetivos generales	30
6.2 Objetivos específicos	30
7. Materiales y métodos.....	31
7.1 Etapa 1: Caracterización del sistema de producción e identificación de la presencia de garrapatas en clima templado.....	31
7.2 Etapa dos: Obtención y evaluación <i>in vitro</i> de los extractos.....	32
7.2.1 Primer bioensayo.....	33

7.2.2 Segundo bioensayo	33
8. Resultados y discusión	34
8.1 Caracterización del sistema de producción e identificación de la presencia de garrapatas en clima templado.....	34
8.2 Evaluación <i>in vitro</i> del efecto del extracto de <i>Acmella radicans</i> sobre la mortalidad de <i>R. microplus</i>	38
9. Conclusión	40
10. Consideraciones generales	40
11. Referencias	41

Índice de cuadros y figuras

Cuadro 1. Principales principios activos empleados para el control de <i>R. microplus</i> en la ganadería	21
Cuadro 2. Tratamientos de acuerdo con el diseño experimental para el primer bioensayo	33
Cuadro 3. Tratamientos de acuerdo con el diseño experimental para el segundo bioensayo	34
Cuadro 4. Características del productor de leche a escala familiar en el Valle Morelia-Queréndaro	35
Cuadro 5. Estructura del hato y producción láctea	35
Cuadro 6. Presencia y problemática de ectoparásitos (garrapatas)	37
Cuadro 7. Tasa (\pm Error Estándar) máxima de inactividad (4 y 6 h) y mortalidad (24 h) de <i>R. microplus</i> de acuerdo con el extracto etanólicos con partes de la planta o planta completa de <i>A. radicans</i>	39
Figura 1. Ciclo de vida de <i>Rhipicephalus microplus</i> . Fuente: elaboración propia. .	19
Figura 2. Estatus de zonas libres, control y erradicación de <i>R. microplus</i> en México. Fuente: (SENASICA,2021).....	23
Figura 3. Fotografía de <i>Acmella radicans</i> . Fuente: elaboración propia	27
Figura 4. Formula estructural de la afinina (N-isobutil-2E6Z, 8E decatrienamida). Fuente: (Chávez <i>et al.</i> , 2000).	28
Figura 5. Mortalidad de <i>R. microplus</i> a las 4 horas, extractos <i>A. radicans</i> planta completa.....	38

Resumen

Se evaluó (*in vitro*) la actividad acaricida de *Acmella radicans* (AR) sobre *Rhipicephalus microplus* en bovinos productores de leche, bajo condiciones de clima templado. La investigación se desarrolló en dos etapas: la primera, fue para confirmar la presencia de *R. microplus* en clima templado a través de la metodología de la encuesta, en donde se involucraron a 54 productores con sistema de producción lechero familiar (SPLF), pertenecientes al Valle Morelia-Queréndaro. La segunda etapa, consistió en evaluar a través de dos bioensayos el efecto del extracto etanólico de AR a diferentes concentraciones y órganos de la planta (planta completa, flores, hojas y tallos). Para la evaluación *in vitro* de dichos extractos, fueron recolectados 700 ejemplares adultos de *R. microplus* directamente de bovinos de los SPLF ubicados en las localidades pertenecientes al Valle Morelia-Queréndaro. Dichos ejemplares fueron trasladados al laboratorio en donde fueron colocados en cajas Petri (n=10 garrapatas/caja y cinco repeticiones/tratamiento). La aplicación de los distintos extractos de AR se realizó de acuerdo con el diseño experimental, para posteriormente monitorear la supervivencia de las garrapatas cada hora durante cuatro horas, para el caso del primer bioensayo y, cada hora durante 24 horas, en el segundo bioensayo. El monitoreo se realizó mediante la utilización de un microscopio estereoscópico para determinar el estado de cada garrapata (viva o muerta); aspecto que requirió de la estimulación de cada ejemplar con CO₂ y contacto del ectoparásito con un pincel. La información recabada se analizó estadísticamente mediante la metodología de mediciones repetidas a través de un modelo de efectos fijos. Las diferencias entre tratamientos se realizaron a través de medias de mínimos cuadrados a una $p < 0.05$. En la primera etapa de investigación se encontró que el 88.9% de los encuestados fueron del sexo masculino; 64.1% con una edad de entre 36 a 67 años; 81.5% manifestaron tener como actividad económica principal la ganadería (90.7% de estos poseen SPLF); 63% de los productores afirmaron que las garrapatas están presentes en sus SPLF; de estos productores, 52.9% establecen que su presencia es en cualquiera de las épocas del año y, 53.7% manifestó que las garrapatas son un problema para el SPLF. El primer bioensayo determinó una mortalidad del 84% de los ectoparásitos 4 h post contacto del extracto de AR (planta completa). Mientras que, el segundo bioensayo mostró 78% de inactividad de garrapatas a 6 h post contacto del extracto (planta completa y flores); a las 24 h, la mortalidad más alta ($p < 0.05$) fue con los extractos de flor y hojas (56% de mortalidad para ambos tratamientos). Los extractos etanólicos de AR poseen una actividad letal moderada (56%) a 24 h después de su aplicación. Sin embargo, se debe seguir investigando esta planta bajo otro tipo de extractos, por ejemplo, los hexánicos; puesto que los resultados en esta investigación sugieren que AR puede ser una alternativa viable para el control de *R. microplus* bajo condiciones *in vitro*.

Palabras clave: garrapatas, extractos vegetales, mortalidad, pérdidas económicas, leche.

Abstract

The acaricidal activity of *Acmella radicans* (AR) on *Rhipicephalus microplus* in dairy cattle was evaluated (*in vitro*) under temperature climate conditions. The research was developed in two stages: the first was to confirm the presence of *R. microplus* in temperate climates through the survey methodology, where 54 producers with family dairy production system (SPLF) belonging to the Morelia-Queréndaro Valley were involved. The second stage consisted of evaluating through two bioassays the effect of the ethanolic extract of AR at different concentrations and plant organs (whole plant, flowers, leaves and stems). For the *in vitro* evaluation of said extracts, 700 adult specimens of *R. microplus* were collected directly from cattle from the SPLF located in the localities belonging to the Morelia-Queréndaro Valley. The specimens were transferred to the laboratory where they were placed in Petri dishes (n=10 ticks/dish and five repetitions/treatment). The application of the different AR extracts was carried out according to the experimental design, to subsequently monitor the survival of the ticks every hour for 24 hours, in the second bioassay. The monitoring was carried out using a stereoscopic microscope to determine the state of each tick (alive or dead); an aspect that required the stimulation of each specimen with CO₂ and contact of the ectoparasite with a little paintbrush. The information collected was statistically analyzed using the methodology of repeated measurements through a fixed effect model. The differences between treatments were made through least squares means at a $p < 0.05$ in the first stage of research it was found that 88.9% of the respondents were male; 64.1% were between 36 and 67 years old; 81.5% stated their main economic activity was livestock (90.7% of these have SPLF); of these producers, 52.7% stated that ticks are a problem for the SPLF. The first bioassay determined an 84% mortality of ectoparasites 4 hours after contact with the AR extract (whole plant). While the second bioassay showed 78% inactivity of ticks at 6 hours after contact with the extract (whole plant and flowers); at 24 hours the highest mortality ($p < 0.05$) was with flowers and leaf extracts (56% mortality for both treatments). The ethanolic extracts of AR have a moderate lethal activity (56%) at 24 hours after their application. However, this plant, should be further investigated other types of extracts, for example, hexanic ones; since the results of this research suggest that AR may be a viable alternative for the control of *R. microplus* under *in vitro* conditions.

Keywords: ticks, plant extracts, mortality, economic losses, milk.

1. Introducción

La leche representa uno de los alimentos más completos y favorecidos dentro de la dieta básica del ser humano. La producción láctea en México presenta una brecha importante entre la producción nacional y la demanda de leche debido a que resulta difícil cubrir la demanda nacional (Loera y Banda, 2017). Aún con insuficiencias productivas en el país tiene un consumo *per cápita* de 97 kg, mientras que la FAO recomienda un consumo de 188 kg *per cápita* (SE, 2012). El déficit de la producción de leche en el país se debe a los diferentes factores; por ejemplo, en Michoacán, un factor que limita la producción de leche en todo el estado son las características agroecológicas y, ello ocasionó que la vocación ganadera para la producción de leche de bovinos se focalice en la cuenca de la Ciénega de Chapala y la cuenca lechera Morelia-Álvaro Obregón (región centro occidente del estado), dejando al resto del estado con vocación para el ganado productor de carne y de doble propósito.

Otro factor importante que impide el crecimiento y productividad de los hatos lecheros en el país, son los sistemas de producción, ya que las condiciones sociales, económicas, agropecuarias y tecnológicas en que se desarrollan son sumamente diferentes y es aquí, donde los sistemas de producción familiares tienen más riesgo de sobrevivir (Martínez-González *et al.*, 2017). Sin embargo, las organizaciones no gubernamentales, como la FAO y la ONU establecen que estos sistemas son factor clave para alcanzar la erradicación del hambre, y evitar la migración de los menos favorecidos hacia las grandes ciudades. No obstante, en este tipo de sistemas de producción pecuaria aún prevalecen problemas que limitan el desarrollo, entre los que destacan: a) inversión económica escasa, limitada infraestructura tecnológica, manejo y calidad de la leche, desvinculación con los grandes mercados, competencia por mercados locales, dependencia de insumos de calidad para la producción, ingreso económico bajo y determinado por el bajo precio de la leche y por los intermediarios (Espejel-García *et al.*, 2017).

Aunado a las características descritas en el párrafo anterior sobre los sistemas de producción lechera a escala familiar, al no poseer técnicas y tecnologías mínimas

necesarias para prevención de enfermedades, fácilmente ocurren infestaciones por ectoparásitos (garrapatas y otros ácaros) e insectos (piojos, pulgas, moscas y mosquitos), mismos que son vectores de enfermedades tanto para el hombre como para el animal (Lozano-Herrera, 2014). Al respecto, la babesiosis y anaplasmosis de los bovinos (trasmitidas por las garrapatas) son enfermedades que afectan los sistemas de producción lechera (Hernández-García y Abrego-López, 2023).

Las garrapatas se caracterizan por infestar solo un hospedero, lo que implica que, todas las etapas del ciclo de vida parasitaria ocurren sobre el mismo animal (García *et al.*, 2019). Además, las infestaciones por estos ectoparásitos representan uno de los principales problemas que influyen en la productividad de los bovinos y en la rentabilidad de los sistemas ganaderos; puesto que existe una relación directa a la disminución del desempeño reproductivo y productivo en los animales, e indirectamente incrementa los costos de producción y peligro de contaminación láctea (Torres *et al.*, 2021).

Soria (2021) establece que el 80% de la ganadería a nivel mundial puede verse afectado por *R. microplus*. González *et al.* (2017) y Hernández-García *et al.* (2018), determinan que el 40% de pérdidas directas causadas por garrapatas es debido a la disminución en la producción de leche, ya que por cada garrapata ingurgitada hay una disminución de: 8.9 mL/día de leche y entre 0.6 y 1.5 g de peso vivo/día en el hospedador (Moncada-González *et al.*, 2015; Hernández-García *et al.*, 2018). Además de estas afectaciones, *R. microplus* ha demostrado capacidad de adaptación a diversos ecosistemas (sobreviven no solo en climas cálidos, también, en los templados); lo que pone de manifiesto su evolución biológica a través del tiempo (Ramos, 2017).

Aunado a su gran adaptabilidad de las garrapatas a diversos ecosistemas, el uso excesivo e indistinto de diferentes productos químicos para el control de estos ectoparásitos ha generado la aparición de poblaciones de garrapatas resistentes a los ixodicidas en países tropicales y subtropicales, tal como se ha reportado en México (Rodríguez-Vivas *et al.*, 2014b; Aguilera-Cogley *et al.*, 2020). Inconveniente

creciente que requiere ser atendido, pues actualmente la competitividad ganadera y la economía de cientos de productores en México se ve afectada .

Ante la resistencia de ciertas poblaciones de *R. microplus* a los ixodicidas, se han investigado diferentes estrategias para el control de éstas. En este sentido, las plantas representan una excelente opción como fuente de tóxicos eficaces contra plagas, mostrando ser una alternativa rentable y amable con el medio ambiente; tal es el caso de los extractos de *Cinnamomum zeylanicum* y *Tagetes erecta* la cual causa una mortalidad del 100% en larvas de *R. microplus* (Miranda-Reyes *et al.*, 2023; González-Puetate *et al.*, 2023). Por ello, el objetivo de la presente investigación fue evaluar la actividad acaricida de *Acmella radicans* sobre *Rhipicephalus microplus* (Acari:Ixodidae) en bovinos productores de leche bajo condiciones de clima templado.

<2. Antecedentes

2.1 Producción y consumo de leche de bovino en México

Se entiende como leche la secreción líquida de las glándulas mamarias de los mamíferos hembra (Restrepo-Betancur *et al.*, 2019). La leche representa uno de los alimentos más completos y favorecidos dentro de la dieta básica del ser humano, debido a su alto contenido en calcio, proteínas y grasas saludables (Gattás, 2001). Su creciente consumo se debe a que es un alimento accesible y con gran demanda en familias de escasos recursos (Escobar, 2020). Por ello, la ganadería lechera, la industrialización y comercialización de leche fluida y derivados en México es un tema relevante para la economía nacional; puesto que, de manera histórica, existe una brecha importante entre la producción nacional y la demanda de leche (Loera y Banda, 2017). En México, la producción de leche aporta al producto interno bruto (PIB) el 4.2% a través de la participación, de este sector productivo, del 30.2% (Acosta *et al.*, 2021).

La producción de leche de bovino en México en 2020 fue de 12 mil 554 millones de litros, por lo que para satisfacer la demanda (91 litros/persona/año) (Sandoval *et al.*, 2015) se importaron 3 mil 598 millones de litros (28.6% de la producción nacional)

(SIAP, 2021). El alto consumo *per cápita* de leche en el país se debe a: precio, presentación, componentes nutrimentales e incremento demográfico (Valencia *et al.*, 2021). A pesar de que el consumo de leche y sus derivados puede considerarse alto en el país, la FAO (Food and Agriculture Organization) recomienda un consumo *per cápita* de 188 kg. En este sentido, México está por debajo de esta recomendación, e incluso, está por debajo de los consumos de otras naciones de latinoamerica como Brasil (111 kg) o Colombia (97 kg) (Valencia *et al.*, 2021).

2.2 Producción y consumo de leche de bovino en Michoacán

Debido a las características agroecológicas del estado de Michoacán, la vocación ganadera para la producción de leche de bovinos se concentra en la región centro occidente del estado (la cuenca de la Ciénega de Chapala y la cuenca lechera Morelia-Álvaro Obregón), cuya capacidad para procesar la leche es de hasta 10,000 L por día y con posibilidades de dirigir su producción hacia LICONSA, quien tiene capacidad de compra de más de 700,000,000 de L al año (Liconsa, 2016).

La producción láctea en la cuenca de la Ciénega de Chapala y en la cuenca lechera Morelia-Álvaro Obregón se debe a las condiciones magnificas para la agricultura y la ganadería, debido a la presencia de varios valles, disponibilidad de agua para riego y la excelencia de sus tierras. No obstante, existen serios problemas para eficientizar estos sistemas de producción, puesto que, la producción láctea en el estado de Michoacán es de tan solo 368,148 mil L (SIAP, 2021). Aunado a ello, se ha identificado el desplazamiento del mercado de leche bronca, vendida en los mercados locales de esta región, por productos lácteos industrializados (leche pasteurizada, ultra pasteurizada, leches fermentadas y quesos industriales). Aspecto que, agrava el problema de subsistencia de las unidades familiares de producción y sus rutas tradicionales de mercantilización (González *et al.*, 2011).

2.2.1 Principales sistemas de producción de bovinos productores de leche en Michoacán

En el estado de Michoacán existe una gran diversidad de sistemas de producción de bovinos productores de leche, pero los sistemas primordiales de producción de

leche de bovinos son doble propósito, especializado y familiar (Ramírez *et al.*, 2023). Estos tres sistemas se desenvuelven en condiciones sociales, económicas, agropecuarias y tecnológicas muy desiguales. Sin embargo, los sistemas de producción familiar son de importancia económica para el país y el estado porque contribuyen con el 30% de la producción láctea total y posee 23% del inventario animal (García-Muñiz *et al.*, 2007), es fuente importante para el sustento de las comunidades rurales y familias de bajos recursos en el estado y en el país; debido a que, el pastoreo de ganado, en zonas rurales marginadas o en extrema pobreza, permite la utilización de tierras que no son adecuadas para la producción de otros alimentos (Próspero-Bernal *et al.*, 2015).

2.2.2 Problemática en los sistemas de producción de bovinos de leche a nivel familiar

La agricultura familiar es un sector clave no solo para el estado de Michoacán sino también para el país y gran parte de los países de Latinoamérica y el Caribe; su importancia radica en las posibilidades que brindan estos sistemas para alcanzar la erradicación del hambre y el cambio hacia sistemas agrícolas sostenibles (Escoto y Vargas, 2007). Los pequeños agricultores son aliados de la seguridad alimentaria y actores protagónicos en el esfuerzo de los países por lograr un futuro sin hambre. En Latinoamérica, el 80% de las explotaciones son sistemas de producción familiar, lo que los convierte en la principal fuente de empleo en zonas rurales de esta región (Salcedo y Guzmán, 2014).

Pese a la importancia de los sistemas de producción de leche de bovino a nivel familiar, aun prevalecen los problemas que limitan su desarrollo, entre los que destacan: a) inversión económica escasa, b) poca infraestructura tecnológica, c) manejo y calidad de la leche clasificada como “pobre”, d) desvinculación con los grandes mercados, e) competencia por mercados locales, f) dependencia de insumos de calidad para la producción, g) ingreso económico bajo y determinado por el bajo precio de la leche, y, h) el intermediarismo (Gil *et al.*, 2008).

Las principales características de estos sistemas son, en esencia, las que imposibilitan su desarrollo y rentabilidad. Además de las citadas en el párrafo

anterior, se pueden anexar las siguientes: unidades de producción en pequeñas superficies de terreno, principalmente dentro de la vivienda; de tipo estabulado o semiestabulado; combinan recursos de superficie de riego y de temporal, aprovechan residuos de cosechas que son complementados con concentrados de origen local, tamaño del hato de tres a veinte vacas, animales híbridos: cruce de las razas: Suizo, Criollo, con predominancia de Holstein (Bastida-Mercado y García-Martínez, 2014). Su fortaleza es la mano de obra, pues ésta proviene de la propia familia; su mayor debilidad, es la reducida sustentabilidad (Sánchez *et al.*, 2015).

El bajo nivel tecnológico de los sistemas de producción de bovinos leche provoca la ausencia o deficiencia de prácticas reproductivas, nutricionales, sanidad y de mejora animal (ambiental o genético); carecen de registros productivos y las instalaciones son sencillas (Gil-González, 2010). Factores que, no solo contribuyen a una baja productividad del hato, si no también, permiten la entrada a diversas enfermedades inherentes al ganado bovino, dentro de las que destacan el parasitismo interno y externo (Ortiz-Muñoz *et al.*, 2021; Sánchez-Ipia, 2023).

2.2.3 Efecto de los ectoparásitos en los sistemas de producción de leche familiar

Como se señaló anteriormente, los sistemas de producción lechera a escala familiar al carecer de técnicas y tecnologías (sanidad y bioseguridad) mínimas necesarias, para el control de enfermedades, permiten las infestaciones de ectoparásitos o parásitos externos, en las cuales se incluyen garrapatas, ácaros e insectos (piojos, pulgas, moscas y mosquitos) (Criado-Montagut, 2019); parasitismo que funge como vectores de enfermedades asociadas a la deficiencia productiva del hato y de la rentabilidad del sistema de producción familiar; puesto que pueden obstaculizar la comercialización, tanto del animal como de la leche y sus subproductos (Rodríguez-Vivas *et al.*, 2017).

Para el caso específico de las garrapatas (*Rhipicephalus microplus*), estas son un problema para la ganadería a nivel mundial (Cruz *et al.*, 2021). Sin embargo, el problema se ha exacerbado a tal grado que estos parásitos han tenido la capacidad adaptativa para sobrevivir y reproducirse no solo en climas cálidos sino, también,

en climas templados; este aspecto se suma a que se anexa a los problemas característicos del sistema de producción bovinos de leche a nivel familiar, bajo un contexto de clima templado (Villar, 2012; Polanco-Echeverry y Ríos-Osorio, 2016).

En relación con las enfermedades transmitidas por garrapatas, las babesiosis (*Babesia bovis* y *Babesia bigemina*) y la anaplasmosis (*Anaplasma marginale*) de los bovinos son enfermedades que afectan los sistemas de producción lechera (Hernández-García y Abrego-López, 2023). Los tres hemoparásitos son transmitidos por vectores, siendo *R. microplus* el vector exclusivo para ambas. Por otra parte *A. marginale* puede ser transmitido biológicamente por esta u otras garrapatas, pero también en forma mecánica por dípteros hematófagos y de manera iatrogénica por fómites (Araoz *et al.*, 2017).

Los tres agentes patógenos descritos anteriormente producen anemias hemolíticas en los bovinos; principalmente afectan a animales mayores de siete u ocho meses de edad y se observa con mayor frecuencia, en animales mayores a un año (Mosqueda-Gualito *et al.*, 2012). Pero, la severidad de la infección acrecienta con la edad del animal, pues animales mayores a tres años pueden perder la vida como consecuencia (Vanzini y Ramírez, 1994; Alfaro-Bacini y Filgueira-Parietti, 2023).

Respecto a la babesiosis, ésta se caracteriza por ocasionar una lisis eritrocítica extensiva, acompañada de fiebre, anorexia, depresión, debilidad, ataxia, ictericia, aumento de frecuencia cardíaca y respiratoria (Salas y Dager, 2021); además, es capaz de producir fallas reproductivas en los animales afectados por esta enfermedad (produce abortos), reduce la producción láctea y puede, incluso, producir la muerte del animal (Arredondo *et al.*, 2021). Por su parte *A. marginale*, es una rickettsia que parasita a los eritrocitos maduros del ganado bovino y provoca una fuerte anemia hemolítica, pérdida de peso, aturdimiento, ictericia, abortos y muerte en animales mayores de dos años. Los animales sobrevivientes a la infección aguda permanecen como portadores, con continuos ciclos subclínicos que pueden permanecer toda la vida del animal (Vecino *et al.*, 2010; Vargas-Cuy *et al.*, 2019).

En síntesis, las garrapatas además de afectar al ganado directamente, también lo afectan indirectamente al ser vectores de algunos hemoparásitos de importancia. Este riesgo se incrementa en los sistemas de producción lechera a nivel familiar, debido a la carencia de tecnologías y técnicas de prevención y control de la salud del hato, ocasionando no solo pérdidas productivas y de animales, sino también, pérdidas económicas importantes para la familia campesina.

2.3 Las garrapatas y la productividad de las vacas lecheras

La leche de alta calidad es definida como: un alimento de sabor agradable, sin olores, de adecuada composición química, libre de agentes patógenos y contaminantes (Contero *et al.*, 2021). Este producto es una mezcla compleja de distintas sustancias definidas: agua, grasa, proteína, lactosa, vitaminas, minerales; a las cuales se les denomina extracto seco o sólidos totales y estos pueden variar por múltiples factores como lo son: la raza, el tipo de alimentación, el medio ambiente y el estado sanitario de la vaca (Agudelo-Gómez y Bedoya-Mejía, 2005). En este sentido, las infestaciones por garrapatas figuran uno de los primordiales factores que influyen sobre la productividad en los sistemas ganaderos y están directamente asociados a la reducción del desempeño productivo y reproductivo de los animales, e indirectamente al aumento en los costos productivos y el peligro de contaminación de la leche (González *et al.*, 2015).

La principal garrapata implicada en infestaciones en bovinos es *Rhipicephalus microplus*, ectoparásito causante de importantes pérdidas económicas en la ganadería, ya que se estima que el 80% de la ganadería a nivel mundial puede verse afectado por *R. microplus* (Kumar *et al.*, 2020), aspecto que genera pérdidas económicas, pues sus efectos pueden observarse, desde los intentos por controlar este ectoparásito, en la disminución de la productividad láctea, pérdida de peso del animal por la pérdida de sangre; pérdidas de la venta de leche durante y postratamiento de control de la garrapata o por el tratamiento de las enfermedades que transmiten (Salazar *et al.*, 2015). Sin embargo, el 40% de las pérdidas directas se debe a la disminución de la producción láctea, ya que, cada garrapata ingurgitada

provoca una disminución de 8.9 ml en producción diaria de leche y un gramo de peso vivo diario en el hospedador (Salazar, 2015).

La pérdida sanguínea y la transmisión de patógenos por parte de las garrapatas sólo explican el 35% las pérdidas económicas en términos de ganancia de peso que ocasionan (González *et al.*, 2015). Definitivamente, el efecto supresor del apetito causado por las infestaciones es lo que explica el 65% de las pérdidas productivas del animal, pues este efecto es dado por la modificación del flujo abomasal normal, la inmunosupresión y cambio del metabolismo, por la potencial liberación de un compuesto hepatotóxico en la baba de las garrapatas (Jonsson, 2006).

2.3.1 Las garrapatas en los sistemas de producción de leche bajo condiciones de clima templado

Rhipicephalus microplus es la especie de más amplia distribución a nivel mundial, se puede encontrar desde el nivel del mar hasta los 2, 700 msnm y a temperaturas que oscilan entre los 15 y 34°C (De Clercq *et al.*, 2012; Castelblanco *et al.*, 2013). Por ello, *R. microplus* se encuentra desde el sur de Estados Unidos, México, América Central, América del Sur, África, Europa y Australia (Salazar y Sarango, 2021). Esta amplia distribución geográfica de las garrapatas está ligada a factores ambientales, como son la vegetación, temperatura, altitud entre 0 a 2900 msnm, precipitación entre 400 a 2000 mm anuales, humedad relativa 50 a 80%; además de la presencia y abundancia del hospedador y las medidas de control contra este ectoparásito por el hombre (Castelblanco *et al.*, 2013; Salazar y Sarango, 2021).

En México se han registrado 82 especies de garrapatas, tanto en animales domésticos como silvestres, siendo *R. microplus* la que mayor impacto tiene en la ganadería (Rodríguez-Vivas *et al.*, 2014b). Debido a la capacidad de las garrapatas para adaptarse a la mayoría de los ecosistemas del mundo; esta cualidad, pone de manifiesto la evolución biológica de este ectoparásito a través del tiempo (Lagunes-Quintanilla y Garfias, 2020) y es la explicación de la presencia de las garrapatas en zonas cálidas y bajas y en pisos térmicos más altos, en donde antes no existía su presencia; tal es el caso de las zonas templadas (Araque *et al.*, 2014).

2.3.2 Generalidades de las garrapatas, taxonomía y ciclo biológico

Las garrapatas duras (*Acari: Ixodidae*) son ácaros, artrópodos que, junto con las arañas, los escorpiones y otros se encuentran ubicados taxonómicamente en la clase Arachnida, cuya característica principal es que en su vida adulta poseen cuatro pares de patas y su cuerpo está dividido en dos regiones, cefalotórax y abdomen (Polanco-Echeverry y Ríos-Osorio, 2016).

Las garrapatas son ectoparásitos hematófagos obligados, que parasitan prácticamente a todos los grupos de vertebrados, incluyendo anfibios, reptiles y aves marinas, aunque particularmente se ven afectados mamíferos y aves. Estos ectoparásitos son de tamaño relativamente grande, se alimentan periódicamente e ingieren grandes cantidades de sangre (Rodríguez-Vivas *et al.*, 2013; Bermúdez *et al.*, 2018). Se han identificado aproximadamente 900 especies de garrapatas y taxonómicamente se han clasificado en tres familias: *Argasidae*, *Ixodidae* y *Nutalliellidae* (Rodríguez-Vivas *et al.*, 2019).

R. microplus se caracteriza por ser una garrapata con ciclo monoxénico; lo que significa que, habita un solo hospedero y todas las etapas del ciclo parasitario ocurren sobre un mismo animal (bovino), sin traspaso de artrópodos de un animal a otro. Sin embargo, los machos adultos de *R. microplus* pueden alimentarse de varios animales que se encuentren en estrecha cercanía (Vázquez-Domínguez, 2022).

Los estadios principales de la garrapata comprenden: huevo, larva hexápoda, ninfa y adultos octópodos (Figura 1). El ciclo de vida libre inicia cuando la teleogina madura y se despegas del hospedero y cae al suelo. Después de este evento, se producirá el desove de 2000 a 3000 huevos (que concluirá con la muerte de la teleogina), la incubación de los huevos, eclosión y vida larvaria. La duración de este evento es variable y está relacionado con las condiciones ambientales: humedad, temperatura, luz, entre otros. Una vez inicia la fase sobre el hospedero tiene una duración de 21 días. La misma inicia cuando las larvas están en los pastos en espera del paso de un hospedero (De la Fourniere, 2018).

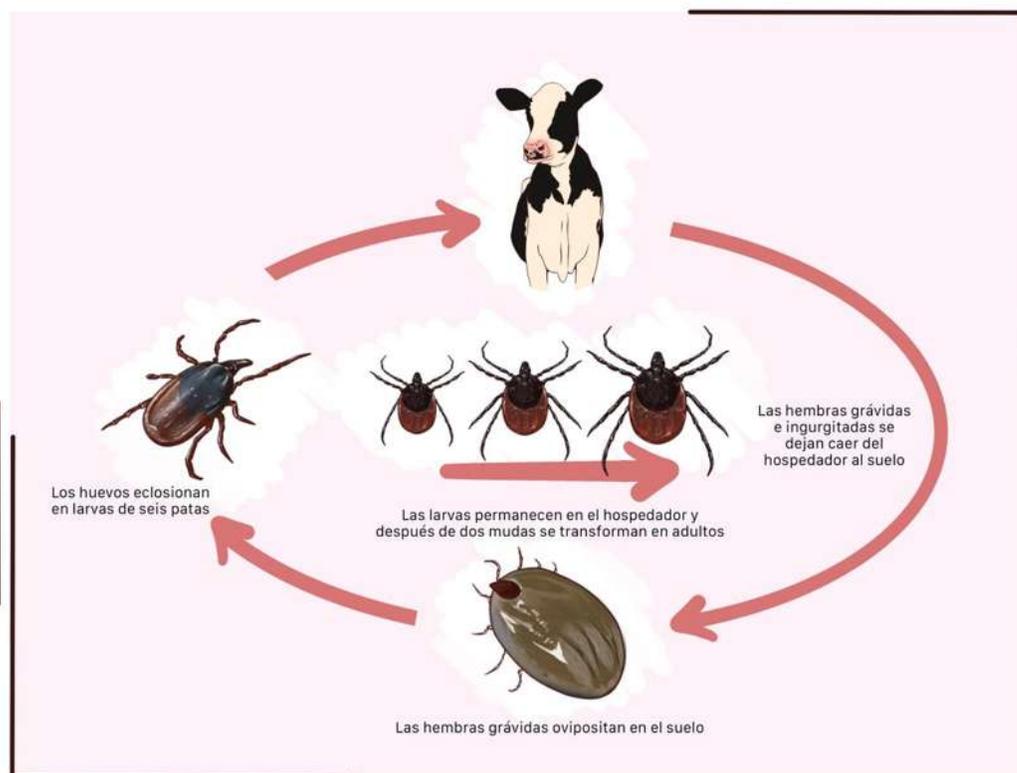


Figura 1. Ciclo de vida de *Rhipicephalus microplus*. Fuente: elaboración propia.

2.3.3 Métodos de control de las garrapatas en los sistemas de producción bovinos leche bajo condiciones ambientales de trópico y templado

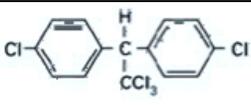
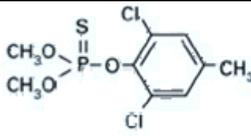
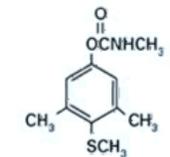
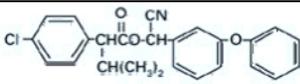
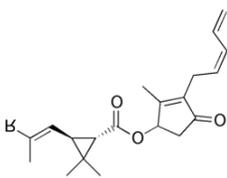
Los acaricidas convencionales y las lactonas macrocíclicas juegan un papel importante en el control de las garrapatas. Tradicionalmente, el método de control de las garrapatas se basa en la utilización de acaricidas, pero su uso excesivo e indiscriminado sobre este ectoparásito ha generado la aparición de poblaciones de garrapatas resistentes en países tropicales y subtropicales; tal como se ha reportado en México: la rutinaria aplicación de ivermectina ha provocado que *R. microplus* sea resistente a dicho acaricida (Rodríguez-Vivas *et al.*, 2014b; Aguilera-Cogley *et al.*, 2020); entendiendo por resistencia, a la capacidad de los organismos parásitos de una población que les confiere la habilidad de sobrevivir a dosis de químicos que generalmente serían letales para una población normal. La resistencia puede presentarse antes, durante o después de administrar un tratamiento (Alonso-Díaz *et al.*, 2006).

Mientras que la resistencia cruzada, se define como el mecanismo que utilizan diferentes especies para sobrevivir a la exposición de diferentes productos relacionados químicamente, usando un patrón de detoxificación genérico y, la resistencia múltiple, es la utilización de varios mecanismos hacia los diferentes métodos de acción de los diferentes productos no relacionados químicamente (Alonso-Díaz *et al.*, 2006).

Conocer como las garrapatas logran adquirir resistencia contra los productos químicos utilizados para su control es de importancia, debido a que ello puede contribuir en la generación de nuevas estrategias para su control. De manera general, la acción de los productos químicos para controlar las infestaciones es de forma sistémica o por contacto directo con los parásitos ante la aplicación externa del producto, con excepción de los reguladores de crecimiento de ácaros/insectos. No obstante, todos los ectoparasiticidas ejercen su efecto sobre el sistema nervioso del ectoparásito (Rodríguez *et al.*, 2010). En este sentido, el método más empelado para el control de *R. microplus* se basa en la aplicación de productos químicos comerciales (Cuadro 1) (Pulido-Medellín *et al.*, 2015). Pero, el uso intensivo de estos acaricidas ha resultado, en muchos casos, en la aparición de poblaciones de garrapatas resistentes a este tipo de productos. En la actualidad, se han detectado casos de resistencia de las garrapatas a diferentes productos empleados para su control (Nava *et al.*, 2018).

La resistencia de las garrapatas a los diferentes ixodícos es un creciente inconveniente que necesita ser atendido, ya que actualmente la economía y competitividad ganadera de miles de productores está siendo afectada (Domínguez-García *et al.*, 2010). Por ello, es necesario buscar nuevas alternativas no químicas de control de garrapatas que no afecten al ambiente y la salud del ser humano, sin dejar de lado el bienestar animal (Rodríguez-Alcocer *et al.*, 2014).

Cuadro 1. Principales principios activos empleados para el control de *R. microplus* en la ganadería

Clase químico	Estructura	Mecanismo de acción
Organoclorados		Afecta el cierre de los canales de sodio de las neuronas.
Organofosfatos		Inhibidores de acetilcolinesterasa. Afectan irreversiblemente el sistema nervioso.
Carbamatos		Inhibidores de acetilcolinesterasa. Afectan irreversiblemente el sistema nervioso.
Piretroides		Bloqueo de los canales iónicos neuronales. Afectan el sistema nervioso.
Piretrinas		Bloqueo de los canales iónicos neuronales. Afectan el sistema nervioso.

Fuente: Rocha-Estrada y García-Carreño (2008).

2.3.4 Situación actual de *R. microplus* en México

El Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) por medio de la campaña nacional para el control de la garrapata *Boophilus* spp., busca erradicar la garrapata de este género en áreas donde sea ecológicamente factible. Además, para evitar infestaciones en zonas libres de este ectoparásito, se busca mejorar el control de la movilización del ganado. También, se establecen medidas de control integral en las zonas endémicas para reducir al mínimo posible las pérdidas en los diferentes sistemas de producción.

Dentro de las actividades de la campaña, se realiza inspección de ganado, aplicación de tratamientos garrapaticidas, envío de especímenes para el

diagnóstico taxonómico y de resistencia a los diferentes garrapaticidas, vigilancia epidemiológica de las diversas enfermedades hemoparasitarias; atención a las unidades de producción donde existan garrapatas resistentes a los diferentes ixodicidas, así como capacitación y divulgación de la campaña a productores y médicos veterinarios (SENASICA, 2020).

La superficie del territorio mexicano libre del ectoparásito comprende 599,367.84 km cuadrados, es decir el 30.60% del territorio nacional, representada por los estados de Sonora, Tlaxcala, Aguas Calientes, Baja California y Chihuahua (con excepción de los municipios de Morelos y Guadalupe y Calvo) y el Norte de Baja California Sur.

En fase de erradicación se encuentran los municipios de Los Cabos y la parte sur de La Paz en Baja California Sur, comprendiendo los municipios de Ahome, El Fuerte y Choix en el norte de Sinaloa, en su margen derecha del río El Fuerte; así como los municipios de la zona Desierto del estado de Coahuila: Cuatro Ciénegas, Ocampo y Sierra Mojada, con una superficie de 67,472.76 km cuadrados, que corresponde al 3.44% del territorio nacional.

El resto del país comparte regiones en control y zonas libres naturales de garrapata *R. Microplus* (antes *Boophilus* spp), la cual comprende 1,292,407.02 km cuadrados, con el 65.96% del territorio nacional (SENASICA, 2021).

Los lotes de ganado mexicano deben llegar libres de garrapatas para la inspección en los puertos fronterizos con los Estados Unidos de América (EUA) sin evidencia de enfermedades transmisibles por este ectoparásito. Cualquier ganado encontrado con garrapatas en la frontera de México-EUA se pondrá en cuarentena inmediatamente y se le aplicará tratamiento garrapaticida mediante baño de inmersión con amidinas, manteniéndose en esa instalación de 10 a 14 días, para ser nuevamente inspeccionado antes de ser presentados de nuevo para su importación hacia los Estados Unidos de América, sin la presencia de garrapatas.

La citada Norma se aplica principalmente a la especie bovina; sin embargo, también debe aplicarse con propósitos de movilización a equinos, caprinos y ovinos. En lo que se refiere a otras especies domésticas y de fauna silvestre; la SADER determinará las especies en que, por razones técnicas, considere que sea aplicable esta Norma en los lugares y tiempos requeridos. De acuerdo con las zonas en que se encuentren las actividades de la campaña, los tratamientos serán:

Zonas en erradicación: En estas deberán aplicarse tratamientos sistemáticos al 100% de los animales.

Zonas en control: En estas zonas deberán aplicarse tratamientos estratégicos y selectivos, realizándolos de acuerdo con las temporadas de mayor infestación.

Los productos ixodicidas reconocidos oficialmente, son los pertenecientes a las siguientes familias químicas: Organofosforados, Piretroides, Amidinas y Endectocidas (DOF, 1995).

2.3.4.1 Métodos de control de la garrapata, no convencionales

Aunque el control de las garrapatas se basa principalmente en el uso de los diversos productos químicos, el desarrollo de resistencia a estos compuestos es una grave amenaza para la sostenibilidad de los sistemas de producción (Aviles-Pacheco, 2019). El desarrollo de resistencia en artrópodos depende de la frecuencia de aplicación de los ixodicidas, así como los ciclos de vida de estos. La resistencia de *R. microplus* a organofosforados, piretroides sintéticos y amitraz se ha descrito alrededor del mundo, principalmente en Australia y Latinoamérica (Rodríguez-Vivas *et al.*, 2012).

Ante la situación actual de resistencia a los diferentes ixodicidas, se ha investigado, en distintas partes del mundo, diferentes opciones para el control de las garrapatas por medio de las cuales, se logró demostrar la acción biocida o biostática con una serie de agentes controladores; los cuales presentan una enorme posibilidad para el manejo integrado de esta plaga de importancia pecuaria (Álvarez *et al.*, 2008). En la actualidad, existen diversas alternativas para el control biológico de las garrapatas, mismas que promueven la conservación y uso sostenible de los

recursos biológicos, calidad de los alimentos y ausencia de residuos químicos en la carne y productos lácteos. Sin embargo, los productos químicos siguen siendo la primera elección al momento de controlar este ectoparásito (Camargo *et al.*, 2016). Pero, dado el caso de la resistencia de este ectoparásito a los productos químicos utilizados para su control, se requiere seguir explorando el control biológico; puesto que este método es compatible con el ambiente y la salud de los consumidores la leche y sus subproductos (Pacheco-Hernández *et al.*, 2019).

En el control biológico de las plagas, el objetivo es el uso de microorganismos biocontroladores para limitar la aplicación de productos químicos, disminuyendo la presencia del patógeno en los sistemas de producción, de una manera ambientalmente amigable (Vinchira-Villarraga y Moreno-Sarmiento, 2019). Al respecto, existen diversos agentes biológicos que pueden ser empleados para el control de las diferentes plagas. Dentro de estos agentes biológicos se encuentran los hongos entomopatógenos; principales agentes biológicos utilizados para el control de plagas (Motta-Delgado y Murcia-Ordoñez, 2011); pero también, están otros métodos de control, como es el caso de los nematodos, bacterias, virus y extractos vegetales (Pacheco-Hernández *et al.*, 2019).

2.4 Uso de *Acmella radicans* como estrategia no convencional para el control de la garrapata

Las plantas han desempeñado un papel fundamental en la vida del ser humano, pues se han utilizado para su beneficio a lo largo de la historia (Celis *et al.*, 2008); por lo que representan una excelente opción como fuente de tóxicos eficaces, rentables y amables con el medio ambiente, debido a que constituyen una fuente importante de compuestos bioactivos, algunos de los cuales se ha demostrado puede funcionar como biocidas. De hecho, las plantas con propiedades medicinales han sido utilizadas desde tiempos remotos con fines terapéuticos, el ser humano siempre ha buscado combatir enfermedades y plagas a través de los recursos naturales (Moreno-Ávila, 2022).

En México se estima que existen 300,000 especies vegetales, lo que lo convierte en uno de los países con mayor riqueza florística en el mundo y uno de los más

arraigados al uso de las plantas medicinales para el tratamiento de diferentes padecimientos (Hernández-Morales *et al.*, 2012). Por ello, las plantas son consideradas como una alternativa para buscar nuevos agentes de control contra las plagas (Moreno-Ávila, 2022).

Es un hecho que, las plantas han sido capaces de protegerse de las plagas por sí mismas antes que el hombre jugara un rol activo en protegerlas. Se conoce que sintetizan una gran variedad de metabolitos secundarios relacionados con los mecanismos de defensa (Madriz-Ordeñana, 2002). El proceso para extraer estos metabolitos de las plantas es variable; se pueden obtener extractos acuosos o polvos, utilizar disolventes para obtener diferentes compuestos, según su polaridad (Lauzardo *et al.*, 2007).

En relación con los extractos de plantas medicinales, algunas de las ventajas de estos, para controlar plagas, es que no contaminan; debido a que las sustancias presentes en el extracto son degradadas rápidamente en el ambiente (Ibáñez y Zoppolo, 2008; Figueroa-Gualteros *et al.*, 2019). Se conocen más de 1,600 especies de plantas con propiedades insecticidas, atrayentes, repelentes, estimulantes o inhibidores de la ovoposición y la alimentación, así como confusores sexuales. Los compuestos como alcanidas, amidas, compuestos fenólicos, terpenos y flavonoides, se han reportado con potencial para el control de plagas y enfermedades (Cerna-Chávez *et al.*, 2021).

El género *Acmella* de la tribu *Heliantheae* de *Asteraceae* fue descrito por primera vez por Richard en 1807. Cassini (1822), De Candolle (1836) y Moore (1907) lo trataron bajo el género *Spilanthes* (Bagga y Umakant, 2018). Sin embargo, Jansen (1981, 1985) distinguió a *Acmella* de *Spilanthes* sobre la base de ciertos caracteres morfológicos, tales como: hojas pecioladas, cabezas radiadas y achnes dismórficos sin márgenes corchosos (Bhowmik *et al.*, 2013). Por su parte, *Acmella radicans* es una hierba arvense común en el occidente de México, y también en algunas otras partes del país como Veracruz y Chiapas. En el Bajío es conocida como aceitilla, botoncillo, chile burro; fuera de esta zona se conoce como cabezoncillo, verbena y yerba de la muela (CONABIO, 2011).

A. radicans es una hierba erecta de 30 a 90 cm de altura con tallos teretes, minuciosamente pubescentes, con pocas ramas ascendentes. Hojas simples, opuestas; pecíolos de 1 a 2.5 cm de largo, escasamente pubescentes, laminas foliares, apicalmente agudas, basalmente obtusas, marginalmente dentadas o aserradas y minuciosamente ciliadas; cabezas florales de pocas a muchas, axilares o terminales 8 a 12 x 4 a 6 mm, blancas, discoides, generalmente en forma de cono, ocasionalmente sub globosas, tornándose alargadas-ovoides en la madurez; pedúnculos de 1.5-7 cm de largo, escasamente pubescentes; receptáculos columnares o fusiformes, glabros de 5 a 7 mm de largo, ligeramente ciliados en el ápice; brácteas involucradas biseriadas, brácteas de la serie exterior 6.4 a 5.5 mm de largo, anchamente ovadas, verdes, marginalmente ciliadas, apicalmente obtusas (Figura 3) (Rahman *et al.*, 2016).



Figura 3. Fotografía de *Acmella radicans*. Fuente: elaboración propia

Por otro lado, la condensación química de un ácido con una amina resulta en la formación de una amida. El grupo funcional amida es ubicua, se encuentra en todos los organismos vivos constituyendo las uniones peptídicas, esto es, en la unión entre los aminoácidos para la formación de la estructura primaria de las proteínas. Las amidas como productos naturales no son abundantes, un ejemplo interesante de este grupo de compuestos es el de las alquilamidias o alcanmidias que comprenden un grupo de aproximadamente 70 estructuras conocidas y distribuidas a lo largo del reino vegetal (Torres y Chávez, 2001).

Las alcanmidias son un grupo de metabolitos secundarios distribuidos en 10 familias botánicas: *Aristolochiaceae*, *Asteraceae*, *Brassicaceae*, *Convolvulaceae*, *Euphorbiaceae*, *Menispermaceae*, *Piperaceae*, *Poaceae*, *Rutaceae* y *Solanaceae*. Este grupo de compuestos se asocian a tejidos específicos, principalmente a las raíces, cabezas florales y semillas, sin descartar la planta completa (Meza, 2013).

La afinina (N-isobutil-2E,6Z,8E-decatrienamida) (Figura 4), es una de las alcanmidias de mayor distribución en las diferentes familias vegetales y responsable de diversas actividades biológicas, en la medicina tradicional se utiliza para el tratamiento del dolor de muelas y se conoce cómo hierba de los dientes. *Heliopsis longipes* fue una especie utilizada en la medicina náhuatl, la afinina aislada inicialmente era proveniente de esta planta debido a su actividad insecticida, se ha comprobado que los niveles de alcanmidias en plantas de campo son superiores a las observadas *in vitro* (Rios-Chavez *et al.*,2003).

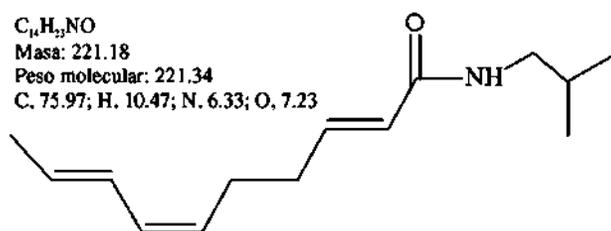


Figura 4. Formula estructural de la afinina (N-isobutil-2E6Z, 8E decatrienamida).
Fuente: (Chávez *et al.*, 2000).

3. Planteamiento del problema

El abuso y deficiente manejo de los diferentes ixodicidas para controlar a *R. microplus* ha propiciado la aparición de poblaciones resistentes a éstos; lo que permitió a dichos ectoparásitos migrar de zonas tropicales y subtropicales a regiones geográficas más altas (regiones de clima templado). Este hecho ocasionó un problema para los sistemas de producción lechera. Los sistemas de producción de bovinos productores de leche a escala familiar son los que corren mayor riesgo, dadas las características de esos sistemas por el deficiente control sanitario en el hato.

a éstos; lo que permitió a dichos ectoparásitos migrar de zonas tropicales y subtropicales a regiones geográficas más altas (regiones de clima templado). Este hecho ocasionó un problema para los sistemas de producción lechera. Los sistemas de producción de bovinos productores de leche a escala familiar son los que corren mayor riesgo, dadas las características de esos sistemas por el deficiente control sanitario del hato

4. Justificación de problema

La resistencia de *R. microplus* a los diferentes ixodicidas, así como su migración a regiones geográficas más alta, representan un problema para los sistemas de producción lechera a escala familiar en zonas de clima templado; por lo que, es de vital importancia buscar nuevas alternativas viables para controlar este ectoparásito; e indudablemente los extractos vegetales pueden ser la opción más viable y económica para los productores de leche a escala familiar. Sin embargo, es necesario establecer una investigación en dos etapas: la primera, consiste en probar que las garrapatas han migrado y sobreviven en clima templado y la segunda, determinar si existe un extracto vegetal que pueda controlar las poblaciones de este ectoparásito bajo condiciones de clima templado. Por ello, en esta investigación se plantea la hipótesis y sus respectivos objetivos para cada etapa de la investigación.

5. Hipótesis

5.1 Hipótesis General

- La resistencia de *R. microplus* a los diferentes ixodicidas, así como su migración a regiones geográficas más altas, representan un problema para los sistemas de producción lechera a escala familiar en zonas de clima templado.

5.2 Hipótesis específicas

- La adaptabilidad de *R. microplus* ha permitido su migración a regiones geográficas más altas y ello representan un problema para los sistemas de producción lechera a escala familiar en zonas de clima templado.
- El extracto de *A. radicans* al poseer actividad acaricida es una alternativa viable como biopesticida para controlar a *R. microplus*. Debido a que esta planta posee un alto contenido en alcaloides, sustancias bioactivas que ejercen un efecto tóxico sobre este ácaro.

6. Objetivos

6.1 Objetivos generales

- Identificar la presencia de garrapata en bovinos productores de leche bajo el sistema de traspatio y en condiciones de clima templado y evaluar (*in vitro*) la actividad acaricida de *A. radicans* sobre *R. microplus*

6.2 Objetivos específicos

- Identificar la presencia de garrapatas en clima templado (Valle Morelia-Queréndaro, Michoacán, México).
- Elaborar los extractos etanólicos de *A. radicans* (planta completa, flores, hojas y tallos de esta).
- Evaluar *in vitro* la eficacia de los extractos *A. radicans* sobre *R. microplus*.
- Determinar *in vitro* el efecto de Asuntol (órgano fosforado) utilizado para el control *R. microplus*

- Comparar *in vitro* la eficiencia de los extractos de *A. radicans* (planta competitiva vs partes de ésta: flores, hojas y tallos) y del Asuntol sobre *R. microplus*.

7. Materiales y métodos

Para el logro de los objetivos planteados esta investigación se dividió en dos etapas:

7.1 Etapa 1: Caracterización del sistema de producción e identificación de la presencia de garrapatas en clima templado

Esta etapa se realizó en el Valle Morelia-Queréndaro, el cual se ubica en el Noreste del Estado de Michoacán, entre los 19°05'40" de latitud Norte y los meridianos 100°43'13" y 101°30'13" de longitud oeste, en una altitud promedio de 1,800 msnm. La región tiene un clima templado subhúmedo con lluvias en verano C (w) y temperaturas que oscilan entre 2.5 a 25.1°C, con un promedio de 15 °C de temperatura; la precipitación promedio anual se aproxima a los 1 000 mm (López *et al.*, 2002). Los suelos son aluviales, residuales y arcillosos, adecuados para la agricultura de temporal y de riego (García y Carrillo, 2006).

Para el primer objetivo de la presente investigación se encuestó a 54 productores con sistemas de producción de bovinos leche a escala familiar, a los cuales se les aplicó un cuestionario con 62 preguntas, distribuidas en 7 dimensiones: tipología del productor y familia, caracterización del hato ganadero, alimentación, reproducción, producción, infraestructura y equipo, y manejo zoonosanitario; con opciones de respuesta según la dimensión. El instrumento se aplicó a productores que reunieron las siguientes condiciones: a) que los productores poseyeran un sistema de bovinos productores de leche o del denominado doble propósito a escala familiar; b) que los productores estuvieran dispuestos a contestar la encuesta y, c) que pertenecieran al Valle Morelia-Queréndaro. La recopilación y almacenamiento de información de cada encuestado se realizó en una plataforma digital específica para aplicar encuestas llamada Survio®.

La información recabada en la plataforma digital® se transfirió a una hoja electrónica (Excel) para su análisis estadístico (estadística descriptiva).

7.2 Etapa dos: Obtención y evaluación *in vitro* de los extractos

7.2.1 Obtención de los extractos. Se emplearon plantas donadas por el doctor en ciencias Pedro Antonio García Saucedo a cargo de la investigación: *Acmella radicans* una planta presente en México: obtención de alcamidas para el control de ácaros, plaga en plantas alimenticias.

De las plantas de *Acmella radicans* se procedió a la obtención del extracto, previa separación los órganos de la planta (flores, hojas y tallos) para deshidratarlos a temperatura ambiente y posteriormente pesar por separado 4 g de: tallos, hojas y flores.

Las plantas con sus respectivas partes vegetativas se trituraron y maceraron en 120 mL de alcohol durante siete días; posteriormente, de cada parte vegetativa se filtraron en un vaso de precipitado y se introdujeron en cuatro matraces para su secado en una estufa, para luego atemperarlos en un desecador y pesarlos en una balanza digital. Obtenidas las sustancias filtradas, estas se vaciaron a los diferentes matraces y llevarlos al rotavapor para su evaporación mediante destilación al vacío a 60 °C en baño maría, 12 °C para el refrigerante y a 60 revoluciones por minuto.

Los extractos de los diferentes órganos de *A. radicans* fueron pesados, una vez evaporado el alcohol, para calcular el rendimiento de la planta por diferencia de pesos. Una vez pesados, los extractos fueron reconstituidos con ayuda de perlas de vidrio en 30 ml de agua destilada, en la cual previamente se añadió 1 cc de surfactante Inex-A® en un litro de agua.

7.2.2 Evaluación de la actividad acaricida: Para evaluar la actividad acaricida de los extractos *A. radicans* en *R. microplus* fue como se describe a continuación: las garrapatas de *R. microplus* fueron distribuidas por grupos en cajas Petri de 90 x 15 mm, las cuales fueron perforadas para brindarles ventilación. Dentro de las cajas también fue colocado un papel filtro (5 x 5 cm) húmedo con agua destilada para proporcionar humedad. Los diferentes tratamientos fueron rociados con ayuda de

rociadores plásticos de 50 mL con una distancia aproximada de 10 cm entre el rociador y las garrapatas.

Las garrapatas fueron consideradas muertas cuando no consiguieron caminar una distancia superior al tamaño de su cuerpo, después de ser estimuladas levemente con un pincel (Rabelo *et al.*, 2019) y con CO₂. Dicha evaluación se realizó con ayuda de un microscopio estereoscópico en los laboratorios del Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales y en la Facultad de Agrobiología Presidente Juárez, ambos dependientes de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

7.31 Primer bioensayo

Para el primer bioensayo se utilizaron 250 garrapatas (ambos sexos, adultas y ninfas), las cuales fueron provenientes de ganado bovino lechero de diferentes granjas ubicadas en el municipio de Morelia, Michoacán., estas fueron distribuidas en cinco grupos los cuales fueron sometidos a cinco tratamientos, con cinco repeticiones por cada tratamiento (10 individuos/tratamiento) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Tratamientos de acuerdo con el diseño experimental para el primer bioensayo

Tratamiento de <i>A. radicans</i>	Parte	%	Concentración
T1: Extracto etanólico	Planta completa	100%	16.33 mg/ml
T2: Extracto etanólico	Planta completa	50%	8.16 mg/ml
T3: Extracto por arrastre de vapor	Planta completa	--	--
T4: Testigo 1; agua destilada y alcohol 96°	--	--	50 ml/0.5 ml
T5: Testigo 2; agua destilada	--	--	--

7.2.2 Segundo bioensayo

Para el segundo bioensayo fueron empleadas 450 garrapatas adultas provenientes de ganado bovino lechero perteneciente a localidades del Valle Morelia-Queréndaro, Michoacán. Los ejemplares de *R. microplus* fueron distribuidos en

grupos de 10 y sometidos a 9 tratamientos, con cinco repeticiones por cada tratamiento (Cuadro 3).

Cuadro 3. Tratamientos de acuerdo con el diseño experimental para el segundo bioensayo

Tratamiento de <i>A. radicans</i>	Tratamiento	Concentración (mg/mL)
1: Extracto etanólico	Hojas al 100%	1.96
2: Extracto etanólico	Hojas al 50%	0.98
3: Extracto etanólico	Tallos al 100%	1.96
4: Extracto etanólico	Tallos al 50%	0.98
5: Extracto etanólico	Flores al 100%	1.71
6: Extracto etanólico	Flores al 50%	0.85
7: Extracto etanólico	Planta Completa al 100%	5.64
8: Extracto etanólico	Planta completa al 50%	2.82
9: Testigo	Asuntol® (organofosforado)	

La información recabada se analizó estadísticamente mediante la metodología de mediciones repetidas, con el uso de los modelos de efectos fijos. Las diferencias entre tratamientos se realizaron a través de medias de mínimos cuadrados a un $p < 0.05$. (SAS Institute, Inc., Cary, NC, EE. UU) (Littell *et al.*, 1998).

8. Resultados y discusión

8.1 Caracterización del sistema de producción e identificación de la presencia de garrapatas en clima templado

De acuerdo con el Cuadro 4, se encontró que el 88.9% de los productores con sistemas de leche a escala familiar (SPLF) son del sexo masculino y la mayoría de los encuestados (64.1%) tienen una edad comprendida entre 36 y 67 años. 81.5% de los encuestados manifestaron tener como actividad económica principal a la ganadería, 90.7% de estos poseen sistemas de producción de leche (Cuadro 4) y, de este porcentaje, el 74.0% tienen estudios de primaria o menos.

Cuadro 4. Características del productor de leche a escala familiar en el Valle Morelia-Queréndaro

Genero (%)	In. de la familia (%)		Edad (%)	
	Femenino 11.1	1-3 25.9	4-6 57.4	20-35 13.2
Masculino 88.9	7 o más 16.7		52-67 37.7	68 a 83 22.7

Preparación académica (%)	Actividad* principal (%)
Primaria 74.0	Ganadería 81.5
Secundaria 16.7	Agricultura 10.2
Bachillerato 7.4	Comercio 5.3
Licenciatura 1.9	Otra 3.0

In=Integrantes; *=Económica

Los factores tales como la edad y nivel de preparación de estos productores ya han sido analizados con anterioridad y, se ha establecido que, estos tienen un efecto en detrimento de la producción del SPLF en diversas zonas rurales del país; puesto que, el factor humano no posee una estructura cultural que le permita entender y asimilar los paquetes tecnológicos mínimos necesarios para el control y manipulación de los eventos biológicos inherente a la producción de leche, tales como: manejo reproductivo, estrategias alimenticias, sanidad y bioseguridad e insumos para la alimentación (Moreno-García *et al.*, 2012).

Por otra parte, se encontró que los productores del Valle Morelia-Queréndaro con SPLF (90.7%) poseen en promedio 18.5 vacas/SPLF y de estas, ocho vacas están en producción láctea con una producción de leche mínimo/día de 10.0 L (Cuadro 5); producción que se destina principalmente al autoconsumo y a la venta de excedentes a los intermediarios (85.2%) o directamente al público (Cuadro 5).

Cuadro 5. Estructura del hato y producción láctea

Sistema (%)	Cabezas*	Promedio/UP	Vacas en lactancia
Bovinos leche 90.7	1003	18.5	8.0
Doble propósito 9.3	Punto de venta		(%)
Producción láctea L	Centro de acopio		3.7
Promedio 149.0	Venta local		7.5
Mínimo 10.0	Quesero		1.8
Máximo 3,500.0	Particulares y restaurantes		1.8
Precio/L (\$) 6.61	Botero		85.2

*Número total de "cabezas" entre los 54 productores encuestados; UP=Unidad de producción

Los resultados descritos anteriormente concuerdan con Hernández *et al.* (2020), quienes determinaron que los SPLF están conformados por pequeños hatos (15 vacas en promedio/SPLF), con seis vacas en producción; cuyo rendimiento máximo promedio oscila alrededor de los 14.3 kg. Características que inciden en la eficiencia del propio sistema. Además, la inadecuada práctica de mercadeo de su producto crea mercados locales o regionales con riesgo para la salud del consumidor de leche y sus subproductos (Espinosa-Ortiz *et al.*, 2008).

Aunado a la problemática de la producción de los hatos del SPLF, se encontró que la mayoría de la población encuestada (63%) concuerda que las garrapatas están presentes en las localidades donde se encuentran sus sistemas de producción y que su presencia está en cualquiera de las épocas del año (52.9%) y, su presencia es un problema para el SPLF (53.7%) (Cuadro 6).

En cuanto al control de la garrapata en las localidades analizadas, el 85.2% de los productores manifestaron contar con un control efectivo contra este ectoparásito: utilización de diferentes ixodicidas. Pero, el 38.8% de los productores desconocen el producto químico que emplea contra este parásito (Cuadro 6), aun cuando el 40.0% de los productores manifestaron que realizan baños garrapaticidas frecuentemente vs 18.5% de los encuestados que lo hacen una vez al año. Es probable que tanto la edad como el nivel educativo de los productores influyen en él manejo de esta práctica o zootécnica de control (Cuadro 4).

En México los ixodicidas son los más utilizados por los ganaderos para el control de *R. microplus* y dentro de estos los organofosforados son los más seleccionados para combatir a este ectoparásito. En cuanto a la frecuencia de su aplicación, esta es determinada por la región ecológica, especie de garrapata y la eficacia residual del producto empleado (Rodríguez-Vivas *et al.*, 2014a). Sin embargo, el problema cultural (conocimientos) del ganadero, de manera general, es un factor importante al momento de seleccionar el químico y método para el control de la garrapata si desconoce cómo identificar la especie de este ectoparásito, ya que su presencia en regiones de clima templado es relativamente nueva (Rodríguez *et al.*, 2010).

Cuadro 6. Presencia y problemática de ectoparásitos (garrapatas)

Presencia de garrapatas		No (37%)		Si (63%)	
Época de presencia de garrapatas (%)					
Verano	37	Otoño-invierno	11.1	En cualquier época	51.9
Es un problema las garrapatas (%)			Control* de la garrapata (%)		
	No	46.3		Si	85.2
	Si	53.7		No	14.8
Producto químico empleado para el control de garrapatas (%)					
Organofosforados y/o organoclorados		18.5	Carbamatos		16.7
Permetrina		3.7	Cipermetrina		1.9
Fipronil y/o ivermectina		11.1	No sabe que emplea		38.8
Piretroides y/o organofosforados		9.3			
Frecuencia (%) de baños garrapaticidas					
Frecuentes	40.0	Cinco veces al año	9.2	Una vez al año	18.5
Asesoría del Médico Veterinario (%)		Si	44.8	No	55.2

*Efectividad

Para Salazar (2015), el ciclo de vida de las garrapatas se ve influenciado por elementos ambientales y de ámbito social, como: factores climáticos, cambios de paisaje, colonización humana, nuevas tecnologías pecuarias, parásitos resistentes a fármacos y pobreza rural. De acuerdo con los resultados presentados en el cuadro 6, la estacionalidad no afecta la presencia de garrapatas en el ganado bajo condiciones templadas, pudiendo presentarse estas en cualquier época del año, incluso, algunos productores (11.1%) externaron que la época con más presencia era el invierno (Cuadro 6).

Con la presencia de garrapatas en las localidades encuestadas se aprecia un serio problema, puesto que las garrapatas tienen una gran relación con la productividad de los hatos lechero, además de ser un problema para la salud pública (Benavides *et al.*, 2016). Aunado a ello, el 55.2% de los productores encuestados manifestaron que existe una pobre o nula asesoría de los médicos veterinarios, lo cual, incrementa la posibilidad de ocasionar resistencia de las garrapatas presentes en sus SPLF debido a su desconocimiento sobre el ciclo vital de este ectoparásito y su control mediante los productos garrapaticidas presentes en el mercado (Beys-da-Silva *et al.*, 2020).

De acuerdo con los elementos discutidos sobre la presencia y control de la garrapata en SPLF del Valle Morelia-Queréndaro, se justifica la búsqueda y

evaluación de alternativas de control biológico de las garrapatas puesto que este método implica menos riesgo para el ambiente, para el productor, para el animal y no promueve la resistencia del ectoparásito al biológico utilizado para su control.

8.2 Evaluación *in vitro* del efecto del extracto de *Acmella radicans* sobre la mortalidad de *R. microplus*

Los resultados del primer bioensayo mostraron que a 4 h post contacto con el extracto de *A. radicans*, con la planta completa a una concentración de 50% y 100% (8.16 mg/mL y 16.33 mg/mL, respectivamente), la mortalidad fue de 84% y 82%, respectivamente. Mientras que para los tratamientos testigo y extracto de *A. radicans* planta completa por arrastre de vapor tuvieron una mortalidad de 0% (Figura 5). Al respecto, no hay estudios con esta planta y su efecto sobre las garrapatas. Sin embargo, las investigaciones con plantas del género *Acmella* y su efecto sobre *R. microplus* han establecido una mortalidad de 98.2% con extractos hexánicos de *A. oleracea* a una concentración de 150 mg/mL (Castro *et al.*, 2014).

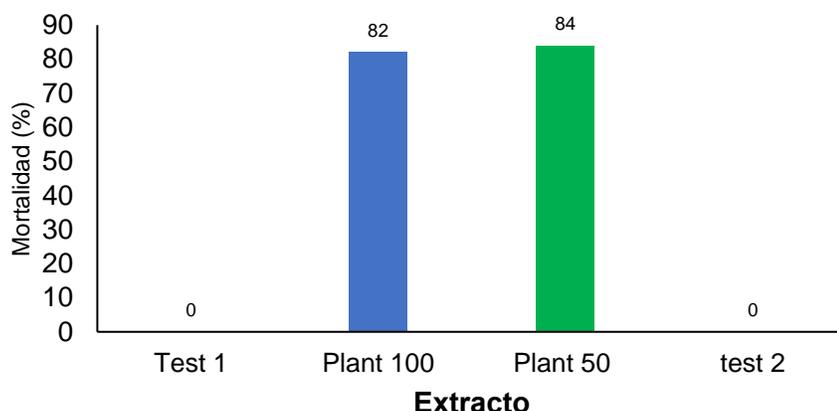


Figura 5. Mortalidad de *R. microplus* a las 4 horas, extractos *A. radicans* planta completa.

Es evidente que la mortalidad de este ectoparásito fue mayor en la investigación de Castro *et al.* (2014) que con el extracto utilizado en esta investigación. Posiblemente esto se debió al tipo de extracto (hexánico = extracto oleoso; etanólico= extracto reconstituido con agua) y a las concentraciones presentes en dichos extractos. No

obstante, en el segundo ensayo *in vitro*, los resultados de este fueron diferentes (Cuadro 7).

Cuadro 7. Tasa (\pm Error Estándar) máxima de inactividad (4 y 6 h) y mortalidad (24 h) de *R. microplus* de acuerdo con el extracto etanólicos con partes de la planta o planta completa de *A. radicans*

	4 h post-inicio del tratamiento	6 h post-inicio del tratamiento	24 h post-inicio del tratamiento
<i>R. microplus</i>			
Extracto	Inactivos (%)	Inactivos (%)	Muertos (%)
Flor 50%	58.0 ^a \pm 0.42	80.0 ^a \pm 0.42	54.0 ^a \pm 0.42
Flor 100%	52.0 ^a \pm 0.42	78.0 ^{a,c} \pm 0.42	56.0 ^a \pm 0.42
Hoja 50%	70.0 ^b \pm 0.42	84.0 ^b \pm 0.42	56.0 ^a \pm 0.
Hoja 100%	40.0 ^c \pm 0.42	68.0 ^c \pm 0.42	40.0 ^b \pm 0.42
Tallo 50%	28.0 ^d \pm 0.42	30.0 ^d \pm 0.42	28.0 ^c \pm 0.42
Tallo 100%	20.0 ^d \pm 0.42	22.0 ^d \pm 0.42	32.0 ^{b,c} \pm 0.42
Planta 50%	56.0 ^a \pm 0.42	78.0 ^b \pm 0.42	4.0 ^d \pm 0.42
Planta 100%	38.0 ^{c,d} \pm 0.42	44.0 ^d \pm 0.42	2.0 ^d \pm 0.42
Testigo*	96.0 ^e \pm 0.42	96.0 ^e \pm 0.42	96.0 ^e \pm 0.42

*=Garrapaticida (Organofosforado)

Literales ^{a, b, c, d, e} indican diferencias ($p < 0.05$) entre porcentajes dentro de columna

De acuerdo con la tasa de mortalidad a 4 h post contacto con el extracto etanólico de la planta completa de *A. radicans* registró 56.0 y 38.0% de supuesta mortalidad, en realidad las garrapatas contabilizadas como muertas estaban inmóviles (no reaccionaban ante los estímulos del pincel y del CO₂), fenómeno que continuó hasta las 6 h post contacto del extracto. Pero a las 24 h de haber rociado a las garrapatas con dicho extracto la mortalidad real fue de 4.0 y 2.0% con el extracto de la planta completa al 50 y 100%, respectivamente (Cuadro 7).

El hallazgo encontrado en el segundo bioensayo planteó las siguientes interrogantes ¿la tasa de mortalidad a 4 h post contacto con el extracto etanólico de la planta completa del primer ensayo, en realidad fue precisa?, es decir, ¿existió la posibilidad que las garrapatas no estuvieran muertas? ¿Por qué en el segundo bioensayo a 4 h post contacto con el extracto de la planta completa los resultados no fueron similares al primer bioensayo? Las posibles respuestas son: la actividad del extracto de *A. radicans*, de acuerdo con De la Rosa *et al.* (2017), las alcamidas presentes en esta planta tiene actividad antinosiceptiva (analgésica) porque

participa en los receptores TRPV1 como mecanismo de señalización, por lo que son candidatos para tratamientos anestésicos. En este sentido, los resultados encontrados en el segundo bioensayo a lo largo de 24 h de monitoreo de las garrapatas tratadas con el extracto etanólico, sugiere que efectivamente estos ectoparásitos presentaron efectos anestésicos y por ello, su inmovilidad.

Finalmente, la mortalidad de las garrapatas a 24 h post tratamiento con extractos de flores de *A. radicans* al 50 y 100% y hojas al 50% fueron los que mejor se comportaron ($p < 0.05$): presentaron una mortalidad entre el 54.0% al 56.0%.

9. Conclusión

La adaptabilidad de *R. microplus* ha permitido su migración a regiones templadas en donde se encuentran los sistemas familiares de producción de bovinos leche y ello representa un problema para estos sistemas. Sin embargo, los extractos etanólicos de *Acmella radicans* pudieran ser prometedores o una alternativa para el control de *Rhipicephalus microplus* ya que bajo condiciones *in vitro*, la mayor actividad biocida de los diferentes tratamientos de *A. radicans* fue con los extractos etanólico de flores al 50% y hojas al 100% a las 24 horas y, por consiguiente, son una opción para futuras investigaciones para el control de *R. microplus*, con aislamiento de sus principios activos para aplicar sobre este ectoparásito.

10. Consideraciones generales

Al tratarse de ensayos *in vitro* es de vital importancia su aplicación y evaluación *in situ*. Se debe identificar en *A. radicans* sus principales metabolitos con acción acaricida para probarlos sobre *R. microplus* con diferentes tipos de extractos y a diferentes tiempos.

11. Referencias

- Acosta, C. P., Meza, J. R. y Mendo, O. H. (2021). Análisis y reducción de costos alimenticios asociados a la producción láctea de un sistema bovino semiespecializado, mediante el uso de la metodología AHP. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 22(2):1.
- Agudelo Gómez, D. A. y Bedoya Mejía, O. (2005). Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. *Revista Lasallista de Investigación*.2(1): 38-42.
- Aguilera-Cogley, V. A., Jaén-Torrijos, M., Ávila-Rodríguez, L. Y., Herrera-Vásquez, J. Á., Jaén-Sanjur, J. N. y Barba-Alvarado, A. A. (2020). Identificación y virulencia de *Metarhizium anisopliae* (Hypocreales: Clavicipitaceae) como agente de control biológico de *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae) en Panamá. *Idesia (Arica)*, 38(1): 59-65.
- Alfaro, M. C. y Filgueira, M. (2023). Impacto productivo y económico ocasionado por anaplasmosis bovina en dos tambos en Uruguay. (Tesis licenciatura). Facultad de Veterinaria-Universidad de la Republica Uruguay.
- Alonso-Díaz, M. A., Rodríguez-Vivas, R. I., Fragoso-Sánchez, H. y Rosario-Cruz, R. (2006). Resistencia de la garrapata *Boophilus microplus* a los ixodicidas. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 38(2): 105-113.
- Álvarez, V., Loaiza, J., Bonilla, R. y Barrios, M. (2008). Control in vitro de garrapatas (*Boophilus microplus*; Acari: Ixodidae) mediante extractos vegetales. *Revista de Biología Tropical*, 56(1): 291-302.
- Araoz, V., Micheloud, J. F., Gaido, A. B., Salatin, A. O. y Aguirre, D. H. (2017). Brotes de babesiosis y anaplasmosis bovina diagnosticados en el INTA Salta, Argentina: período 2006-2016. *Revista FAVE. Sección Ciencias Veterinarias*, 16(2): 101-105.
- 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 UDCA Actualidad y Divulgación Científica*, 17(1): 161-170.
- Arredondo-Botero, J. V., Ríos-Marín, J. M. y Ospino-Sánchez, J. D. (2021). Molecular techniques used for the detection of babesia spp. In cattle:

systematic review. Competitive Risaralda, Generating Research Alliance for Development.

- Aviles-Pacheco, Y. (2024). Diagnóstico de resistencia en *Rhipicephalus microplus* en condiciones de campo y laboratorio. (Tesis licenciatura). Instituto Tecnológico de la Cuenca de Papaloapan-Tecnológico Nacional de México.
- Bagga, J. y Desmukh, U. B. (2018). *Acmella radicans* (Jacquin) RK Jansen (Asteraceae)-A new distributional plant record for Jharkhand State (India). *Journal on New Biological Reports* 7(1), 24-27.
- Bastida-Mercado, C. y García Martínez, A. (2014). Caracterización del Sistema de Producción de Leche en la Comunidad de Loma Blanca, Almoloya de Juárez, Estado de México. (Tesis de maestría). Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales-Universidad Autónoma del Estado de México. 10-16.
- Benavides, E., Romero, J., Villamil J., L. C., Sain, G., Calvo, G., Toledo, M. y Cárdenas B, G. (2016). Las garrapatas del ganado bovino y los agentes de enfermedad que transmiten en escenarios epidemiológicos de cambio climáticoguía para el manejo de garrapatas y adaptación al cambio climático (No. IICA L72). IICA, Bogotá (Colombia) Universidad de La Salle, Bogotá (Colombia).
- Bermúdez, S., Apanaskevich, D., Domínguez, L., Guglielmone, A., Beati, L. y Estrada, E. (2018). *Garrapatas Ixodidae de Panama*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. https://www.researchgate.net/profile/Sergio-Bermudez-2/publication/328638986_Garrapatas_Ixodidae_de_Panama/links/5bd9d7b44585150b2b944bc7/Garrapatas-Ixodidae-de-Panama.pdf
- Beys-da-Silva, W. O., Rosa, R. L., Berger, M., Coutinho-Rodrigues, C. J., Vainstein, M. H., Schrank, A. y Santi, L. (2020). Updating the application of *Metarhizium anisopliae* to control cattle tick *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae). *Experimental Parasitology*, 208.
- Bhowmik, S., Ghosh, S. y Datta, B. K. (2013). *Acmella radicans* (Jacquin) RK Jansen [Asteraceae]-a new distributional record for Tripura in North East India. *Pleione*, 7(2): 574-578.
- Camargo, M. G., Nogueira, M. R. S., Marciano, A. F., Perinotto, W. M. S., Coutinho-Rodrigues, C. J. B., Scott, F. B., Angelo, I. C., Prata, M. C. A. y Bittencourt, V. R. E. P. (2016). *Metarhizium anisopliae* for controlling *Rhipicephalus*

microplus ticks under field conditions. *Veterinary Parasitology*, 223, 38–42. <https://doi.org/10.1016/J.VETPAR.2016.04.014>.

- Castelblanco S, L., Sanabria Rodríguez, O. J., Cruz Carrillo, A. y Rodríguez Molano, C. E. (2013). Reporte preliminar del efecto ixodicida de extractos de algunas plantas sobre garrapatas *Boophilus microplus*. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 18(1): 118-130.
- Castro, K. D. C., Lima, D. F., Vasconcelos, L. C., Leite, J. R. S. A., Santos, R. C., Paz Neto, A. A. y Costa-Júnior, L. M. (2014). Acaricide activity in vitro of *Acmella oleracea* against *Rhipicephalus microplus*. *Parasitology Research*, 113(10): 3697-3701.
- Celis, Á., Mendoza, C., Pachón, M., Cardona, J., Delgado, W. y Cuca, L. E. (2008). Extractos vegetales utilizados como biocontroladores con énfasis en la familia Piperaceae. Una revisión. *Agronomía Colombiana*, 26(1): 97–106. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/13923>
- Cerna-Chávez, E., Lira-Ramos, K. v., Ochoa-Fuentes, Y. M., Delgado-Ortiz, J. C., Cepeda-Siller, M. y González-Gaona, E. (2021). Actividad de extractos de plantas y hongos entomopatógenos para el control del picudo de la guayaba (*Conotrachelus dimidiatus* Champion) Coleóptera: Curculionidae. *Biotecnia*, 23(1): 70–76. <http://biotecnia.unison.mx>
- Chávez, E. R., Valdez, L. L., Calleros, G. V. y Torres, J. M. (2000). Actividad fungicida de la afinina y del extracto crudo de raíces de *Heliopsis longipes* en dos especies de *Sclerotium*. *Agrociencia*, 34(2): 207-215.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2011). Asteraceae=Compositae, *Acmella radicans* (Jacq.) R. K. Jansen. [En línea] <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/asteraceae/acmella-radicans/fichas/ficha.htm>
- Contero, R., Requelme, N., Cachipundo, C. y Acurio, D. (2021). Calidad de la leche cruda y sistema de pago por calidad en el Ecuador. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*, 33(1): 31-43.
- Criado-Montagut, L. A. (2019). Evaluación del uso de ajo como método de control de ectoparásitos y endoparásitos en las vacas de producción lechera del proyecto bovino de la (Tesis licenciatura). Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente-Universidad Francisco de Paula. 8-22.

- Cruz, R. R., García, D. I. D., Silva, S. L. y Domínguez, F. R. (2021). Integrated management of the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae) and the Acaricide resistance mitigation. In *Insecticides-Impact and Benefits of Its Use for Humanity*. IntechOpen.
- De Clercq, E. M., Vanwambeke, S. O., Sungirai, M., Adehan, S., Lokossou, R. y Madder, M. (2012). Geographic distribution of the invasive cattle tick *Rhipicephalus microplus*, a country-wide survey in Benin. *Experimental and Applied Acarology*, 58(4), 441-452.
- De la Fourniere, S. A. M. (2018). Análisis de transmisibilidad y diversidad de especies de hemoparásitos en bovinos y garrapatas Ixodidae de la región del NEA. (Tesis Doctoral). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales- Universidad de Buenos Aires. Pp 11.
- De la Rosa, L. V., Acevedo, Q. M., Déciga C. M. y Rios, G. M. Y. (2017). Determinación del potencial analgésico de alcanidas. Participación del receptor TRPV1 en el mecanismo de señalización. Colección memorias de los congresos de la sociedad química de México 52º Congreso Mexicano de Química y 36 Congreso Nacional de Educación. 72-75.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (1995). Norma oficial mexicana, campaña nacional contra la garrapata *Boophilus* spp.
- Domínguez-García, D. I., Rosario-Cruz, R., Almazán-García, C., Oaxaca, J. A. S. y De la Fuente, J. (2010). *Boophilus microplus*: Aspectos biológicos y moleculares de la resistencia a los acaricidas y su impacto en la salud animal. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 12(2): 181-192.
- Escobar, Ch. A. G. (2020). La producción lechera y la innovación. Un estudio de caso la parroquia Toacazoprovincia de Cotopaxi. (Tesis de licenciatura). Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador.
- Escoto, F. C. y Vargas, A. C. (2007). La pequeña lechería rural o urbana en México, y su papel en el amortiguamiento de la pobreza. *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología*, 25, 72-85.
- Espejel-García, A., Barrera-Rodríguez, A., Cuevas-Reyes, V., Ybarra Moncada, M. C. y Venegas Venegas, J. A. (2017). Sistemas de innovación y patrones de interacción local en el sector rural en México. *Nova Scientia*, 9(19), 595-614.
- Espinosa-Ortiz, V. E., Rivera-Herrejón, G. y García-Hernández, L. A. (2008). Los canales y márgenes de comercialización de la leche cruda producida en sistema familiar (estudio de caso). *Veterinaria México*, 39(1): 1-16.

- Figuroa-Gualteros, A. M., Castro Triviño, E. A. y Castro Salazar, H. T. (2019). Efecto bioplaguicida de extractos vegetales para el control de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz (*Zea mays*). *Acta Biológica Colombiana*, 24(1), 58-66.
- García-Muñiz, J. G., Mariscal-Aguayo, D. V., Caldera-Navarrete, N. A., Ramírez-Valverde, R., Estrella-Quintero, H. y Núñez-Domínguez, R. (2007). Variables relacionadas con la producción de leche de ganado Holstein en agroempresas familiares con diferente nivel tecnológico. *Interciencia*, 32(12): 841-846.
- García, G. J. O. y Carrillo, S. E. (2006). Relación urbano rural y medio ambiente en la región centro de Michoacán, México. Ponencia presentada en el Tercer Encuentro Internacional sobre Desarrollo Sostenible y Población. Realizado del 6 al 24 de julio de 2006. [En línea] www.eumed.net/eve/resum/06-07/jogg.htm.
- Garcia, M. V., Rodrigues, V. da S., Koller, W. W. y Andreotti, R. (2019). Biología e importância do carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. En Andreotti, R., Valério, M., Werner, W. (Ed). Carrapatos na cadeia produtiva de bovinos. (1 edición). Embrapa.
- Gattás, Z. (2001). Propiedades y composición química de la leche. *Revista Chilena de Nutrición*. 7-12.
- Gil-González, G. I. (2010). Características socioeconómicas y su interacción en la composición de la leche cruda producida bajo el sistema de producción familiar. (Tesis maestría). División de Ciencias Biológicas y de la Salud- Universidad Autónoma Metropolitana. 26-30.
- Gil, L. G. S., Rivera, J. L. S. y Florez, J. S. (2008). Factores limitativos al desarrollo del sistema familiar de producción de leche, en Michoacán, México. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 5(60): 14-14.
- Gómez, D. A. A., y Mejía, O. B. (2005). Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. *Revista Lasallista de Investigación*, 2(1): 38-42.
- González-Puetate, I., Arévalo-Bozada, M. M., Vélez-León, M. F. y Acosta-Prócel, J. M. A. (2023). Aceites esenciales, alternativa frente a plagas y enfermedades en apicultura: Essential Oils, Alternative Against Pests and Diseases in Beekeeping. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(5), 30-44.

- González, A. C. M., Ledesma, L. M. M. y Giraldo, C. (2015). Relación entre el número de garrapatas y el volumen y calidad de la leche producida en ganado criollo colombiano Lucerna. (Tesis maestría). Facultad de Ciencias Agrarias-Universidad de Antioquia. Pp 52-62.
- González, R. E. R., de la Tejera, B. G. y Ramírez, G.M. (2011). Márgenes de comercialización de la leche en la región centro-norte del estado de Michoacán. Marcof, A. C. F. (Edit). La ganadería ante el agotamiento de los paradigmas dominantes. 81-90.
- Hernández-García, A. I., García-Vázquez, Z., Vázquez-Peláez, C. G. y Tapia-Pérez, G. G. (2018). Desarrollo de un programa en hoja de cálculo para obtener el umbral económico de acaricidas como apoyo en el control de la garrapata *Rhipicephalus microplus*. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 9(1), 147-161.
- Hernández-García, J. G. y Abrego-López, Y. Y. (2023). Prevalencia de *Anaplasma spp.* y *Babesia spp.* en bovinos pertenecientes a 16 fincas en diferentes comarcas del municipio de León, Nicaragua, septiembre 2023 (Doctoral Dissertation).
- Hernández-Morales, A., Arvizu-Gómez, J. L., Gómez- Luna, B. E., Ramírez-Chávez, E., Abraham-Juárez, M. R., Martínez- Soto, G. y Molina-Torres, J. (2012). Determination of insecticidal activity of *Heliopsis longipes* A. Gray Blake, an endemic plant of Guanajuato state. *Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable*, 8(3): 111–118. http://uaim.edu.mx/webraximhai/Ej-25aarticulosPDF/12.-%20DETERMINACION%20DE%20LA%20ACTIVIDAD%20INSECTICIDA-Alejandro_Lizzetta.pdf
- Hernández, R., K. Martínez, E., O. Jáquez, J. A. M., Rodríguez, C. T., Duarte, J. I. S. y González, A. R. (2020). Lechería bovina semitecnificada/familiar o rural en la región lagunera de Coahuila, México. *Revista Científica Semestral*, 3(2): 705-717.
- Ibáñez, F. y Zoppolo, R. (2008). Manejo de plagas en Agricultura Orgánica. *Boletín de Divulgación: Montevideo-Uruguay*, 94, 13-16.
- Jonsson, N. N. (2006). The productivity effects of cattle tick (*Boophilus microplus*) infestation on cattle, with particular reference to *Bos indicus* cattle and their crosses. *Veterinary Parasitology*, 137(1-2), 1-10.

- Kumar, R., Sharma, A. K. y Ghosh, S. (2020). Menace of acaricide resistance in cattle tick, *Rhipicephalus microplus* in India: Status and possible mitigation strategies. *Veterinary Parasitology*, 278, 108993.
- Lagunes-Quintanilla, R. y Garfias, C. R. B. (2020). El control inmunológico: Una alternativa contra garrapatas del ganado bovino. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 7(1): 20.
- Lauzardo, A. N. H., Baños, S. B. y Del Valle, M. G. V. (2007). Prospectiva de extractos vegetales para controlar enfermedades postcosecha hortofrutícolas. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 30(2), 119-123.
- Liconsá. (2016). Adquisición de Leche Nacional y de Importación. [en línea] <https://www.gob.mx/liconsa/acciones-y-programas/adquisicion-de-leche-nacional-y-de-importacion>
- Littell, R. C., Henry, P. R. y Ammerman, C. B. (1998). Statistical analysis of repeated measures data using SAS procedures. *Journal of Animal Science*, 76(4), 1216-1231.
- Loera, J. y Banda, J. (2017). Industria lechera en México: parámetros de la producción de leche y abasto del mercado interno. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 19(4): 419-426.
- López, G. E., Mendoza, M. y Acosta, A. (2002). Cambio de cobertura vegetal y uso de la tierra. El caso de la cuenca endorreica del lago de Cuitzeo, Michoacán. *Gaceta Ecológica*. Instituto Nacional de Ecología. Distrito Federal, México. 64:19-34.
- Lozano-Herrera, M. E. (2014). Situación sanitaria de la babesiosis y anaplasmosis en la ganadería lechera en tres sistemas de producción. (Tesis maestría). Facultad de Ciencias Naturales-Universidad Autónoma de Querétaro. 1-7.
- Madriz-Ordeñana, K. (2002). Mecanismos de defensa en las interacciones planta-patógeno. *Manejo Integrado de Plagas*. 22-32.
- Martínez-González, J. C., Castillo-Rodríguez, S. P., Villalobos-Cortés, A. y Hernández-Meléndez, J. (2017). Sistemas de producción con rumiantes en México. *Ciencia Agropecuaria*, (26), 132-152.
- Meza, G. R. (2013). Estudio del papel de las alcamidas en el cultivo in vitro de plantas de *Arabidopsis thaliana* sometidas a condiciones de estrés hídrico. (Tesis Maestría). Facultad de Ciencias Químicas-Universidad Veracruzana. Pp 49-51.

- Miranda-Reyes, P. I., Martínez-Ibañez, F., Lagunes-Quintanilla, R. E. y Barrera-Molina, A. I. (2023). Ixodocidal effect of plant extracts of *Cinnamomum zeylanicum* and *Tagetes erecta* on *Rhipicephalus microplus* ticks. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 14(4), 905-914.
- Moncada-González, A. C. (2015). Valoración del uso combinado de vacunas y hongos acaropatógenos comerciales para el control de *Rhipicephalus microplus* en bovinos. (Tesis maestría). Facultad de Ciencias Agrarias-Universidad de Antioquia. 54-57.
- Moreno-Ávila, A. S. (2022). Caracterización de plantas amazónicas con actividad antiofídica por análisis químico. (Tesis maestría). Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial-Universidad Técnica de Ambato.
- Moreno-García, A., Herrera-Arreola, G., Carrión-Gutiérrez, M., Álvarez-Bernal, D., Pérez-Sánchez, R. E. y Ortiz-Rodríguez, R. (2012). Caracterización y modelación esquemática de un sistema familiar de bovinos productores de leche en la Ciénega de Chapala, México. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*. 20, 85-94.
- Mosqueda-Gualito, J. J., Falcón-Neri, A., Ramos-Aragón, J. A., Canto Alarcón, G. J. y Camacho-Nuez, M. (2012). Estrategias genómicas y moleculares para el control de la babesiosis bovina. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 3, 51-59.
- Motta-Delgado, P. A. y Murcia-Ordoñez, B. (2011). Hongos entomopatógenos como alternativa para el control biológico de plagas. *Ambiente y Agua-An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, 6(2), 77-90.
- Nava, S., Morel, N., Mangold, A. J. y Guglielmone, A. A. (2018). Un caso de resistencia de *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodoidea) al fipronil detectado en pruebas de campo en el este de Santiago del Estero, Argentina. *Revista FAVE. Sección Ciencias Veterinarias*, 17(1): 1-5.
- Ortiz-Muñoz, I. Y., Salinas-Ríos, T., Pérez-León, M. I., Aquino-Cleto, M., Rodríguez-Magadán, H. M. y Hernández-Bautista, J. (2021). Prevalencia de parásitos gastrointestinales en vacas lecheras de sistema de producción tipo familiar. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 8(2), 11.
- Pacheco-Hernández, M., Reséndiz-Martínez, J. y Arriola-Padilla, V. J. (2019). Organismos entomopatógenos como control biológico en los sectores agropecuario y forestal de México: una revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. 10(56): 4-32.

- Polanco-Echeverry, D. N. y Ríos-Osorio, L. A. (2016). Aspectos biológicos y ecológicos de las garrapatas duras. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 17(1): 81-95.
- Próspero-Bernal, F., Salas-Reyes, I. G., Fadul-Pacheco, L., Heredia-Nava, D., Albarrán-Portillo, B. y Arriaga-Jordán, C. M. (2015). Evaluación de la sustentabilidad de los sistemas de producción de leche en pequeña escala en dos zonas agroecológicas contrastantes del centro de México. Capítulo de Estudios Socioeconómicos y Ambientales de la Ganadería. Universidad Autónoma Chapingo. ISBN: en trámite.
- Pulido-Medellín, M. O., Rodríguez-Vivas, R. I., García-Corredor, D. J., Díaz-Anaya, A. M. y Andrade-Becerra, R. J. (2015). Evaluation of Efficacy of MaF1309® Strain of *Metarhizium anisopliae* in Biological Control of Adult Ticks *Rhipicephalus microplus* in Tunja, Colombia. *Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias*, 56(2): 76–81.
- Rabelo-Coelho, C., Clezia-dos Santos, M., Viteri-Jumbo, L., Guedes-de Sena Filho, J., Neoob-de Carvalho Castro, K., Marques-Canuto, K. y Vieira-Teodoro, A. (2019). Bioactividad de *Spilanthes acmella* (Asteraceae) a *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) y selectividad al depredador *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae). *Revista de Protección Vegetal*, 34(1).
- Rahman, M. M., Khan, S. A., Hossain, G. M., Jakaria, M. y Rahim, M. A. (2016). *Acmella radicans* (Jacq.) RK Jansen (Asteraceae)-a new angiosperm record for Bangladesh. *Jahangirnagar University Journal of Biological Sciences*, 5(1): 87-93.
- Ramos, N. A. (2017). Efecto de la administración de un siRNA específico para TC20108 sobre la tasa de mortalidad y ganancia de peso durante la alimentación a repleción, oviposición y eclosión de los huevos de *Rhipicephalus microplus*. (Tesis maestría). Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Medicina. 1-7.
- Restrepo-Betancur, L. F., Peña-Serna, C. y Zapata-López, N. (2019). Disponibilidad de leche de los países sudamericanos en las últimas cinco décadas: elementos para análisis y perspectivas futuras. *Información Tecnológica*, 30(4): 77-84.
- Rios-Chavez, P., Ramirez-Chavez, E., Armenta-Salinas, C. y Molina-Torres, J. (2003). *Acmella radicans* var. *Radicands*: in vitro culture establishment and

alkamide content. *Society for In Vitro Biology*, 37–41.
<https://doi.org/10.1079/IVP2002354>

Rocha-Estrada, J. y Garcia-Carreño, F. (2008). Insecticidas clásicos y biopesticidas modernos: avances en el entendimiento de su mecanismo de acción. *Biotecnología*, 12(1): 50-62.

Rodríguez-Alcocer, U. J., Rodríguez-Vivas, R. I., Ojeda-Chi, M. M., Galindo-Velasco, E. y Lezama-Gutiérrez, R. (2014). Eficacia de la mezcla de dos cepas de *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) para el control de *Rhipicephalus microplus* en infestaciones naturales en bovinos. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 17(2), 223-229.

Rodríguez-Vivas R. I., Arieta-Román J. R., Pérez-Cogollo L. C., Rosado-Aguilar J. A., Ramírez-Cruz G. T. y Basto-Estrella G (2010) Uso de lactonas macrocíclicas para el control de la garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* en el ganado bovino. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 42 (3): 115-123.

Rodríguez-Vivas, R. I., Grisi, L., de León, A. A. P., Villela, H. S., de Jesús Torres-Acosta, J. F., Sánchez, H. F. y Carrasco, D. G. (2017). Potential economic impact assessment for cattle parasites in Mexico. Review. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 8(1): 61-74.

Rodríguez-Vivas, R. I., Hodgkinson, J. E. y Trees, A. J. (2012). Acaricide resistance in *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*: Current status and mechanisms of resistance. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 3, 9–24.

Rodríguez-Vivas, R. I., Ojeda-Chi, M. M., González, M. B. y Aguilar, J. A. R. (2019). Las garrapatas como vectores de enfermedades zoonóticas en México. *Bioagrociencias*, 12(1).

Rodríguez-Vivas, R. I., Ojeda-Chi, M. M., Rosado-Aguilar, J. A., Trinidad-Martínez, I. C., Torres-Acosta, J. F. J., Ticante-Perez, V. y Vázquez-Gómez, G. (2013). Red deer (*Cervus elaphus*) as a host for the cattle tick *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae) in Yucatan, Mexico. *Experimental and Applied Acarology*, 60(4): 543-552.

Rodríguez-Vivas, R. I., Pérez-Cogollo, L. C., Rosado-Aguilar, J. A., Ojeda-Chi, M. M., Trinidad-Martínez, I., Miller, R. J. y Klafke, G. (2014a). *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* resistant to acaricides and ivermectin in cattle farms of Mexico. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 23(2): 113-122.

- Rodríguez-Vivas, R. I., Rosado-Aguilar, J. A., Ojeda-Chi, M. M., Pérez-Cogollo, L. C., Trinidad-Martínez, I. y Bolio-González, M. E. (2014b). Integrated control of ticks in bovine livestock. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 1(3): 295-308.
- Rodríguez, Á., Rodríguez, C. 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.
- Salas, G. y Dager, C. (2021). *Hemoparásitos con mayor prevalencia en granjas bovinas enfocadas en la producción de carne* (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2021).
- Salazar, B. R. S. (2015). Variación de la población de garrapatas *Rhipicephalus microplus* sobre bovinos pastoreando en sistemas silvopastoriles y monocultivos tradicionales. (Tesis maestría). Universidad Nacional de Colombia. 99.
- Salazar, L. J. G. y Sarango, C. R., A. (2021). Distribución de la especie de garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* en bovinos mediante los modelos MAXENT y GARP en el Ecuador Continental. (Tesis maestría). Universidad Internacional SEK-Facultad de Ciencias Ambientales. 5-10.
- Salazar, R., Barahona, R., Chará, J. y Sánchez, M. S. (2015). Productividad y carga parasitaria de bovinos *Bos Indicus X B. taurus* en un sistema silvopastoril intensivo en bosque seco tropical. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 18(1): 103-112.
- Salcedo, S. y Guzmán, L. (2014). Agricultura familiar en América Latina y el Caribe: recomendaciones de política. *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)*.
- Sánchez-Ipia, J. M. (2023). Dinámica Poblacional De Garrapatas En Ganado Bovino De Leche En Tres Fincas Del Municipio De Cajibío Cauca. (Tesis Licenciatura). Universidad Antonio Nariño-Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 12-16.
- Sánchez-Gutiérrez, R. A., Zegbe-Domínguez, J. A. y Gutiérrez-Bañuelos, H. (2015). Tipificación de un sistema integral de lechería familiar en Zacatecas, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 6(3): 349-359.
- Sandoval, K. V., Flores, J. S. M., Paz, J. D. J. B., Damián, M. Á. M. y Huerta, H. V. (2015). Factores que determinan el consumo de leche en el Distrito Federal, México. *Revista Científica*, 25(1): 74-80.

- Secretaría de economía (SE). (2012). Análisis del sector lácteo en México. [en línea].
https://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/informacionSectorial/analisis_sector_lacteo.pdf
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2021) Escenario mensual de productos agroalimentarios. Dirección de análisis estratégico, 11 de marzo de 2021. [en línea].
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/621458/Escenario_leche_de_bovino_feb_2021.pdf
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). (2020). Garrapata *Boophilus* spp. [en línea]
<https://www.gob.mx/senasica/acciones-y-programas/campana-nacional-para-el-control-de-la-garrapata-boophilus-spp>.
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). (2021). Situación actual campaña nacional para el control de la garrapata *Boophilus* spp. [en línea]
<https://www.gob.mx/senasica/documentos/situacion-actual-del-control-de-la-garrapata-boophilus-spp>.
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). (2022). Reconocimientos internacionales en garrapata *Boophilus* spp. [en línea] <https://www.gob.mx/senasica/documentos/garrapata-boophilus-spp>.
- Soria, M. M. E. P. (2021). Desarrollo y evaluación de una vacuna multiantigénica y multiepitópica contra garrapatas *Rhipicephalus microplus*. (Tesis doctoral). Facultad de Ciencias Naturales-Universidad Autónoma de Querétaro. 18-22.
- Torres, A. A. T., Díaz, M. I. L. y Díaz, R. P. (2021). Factores que influyen en la presentación actual de *Anaplasma* sp. y *Babesia* spp. en bovinos en el trópico. *Biociencias (UNAD)*, 5(1), 155-181.
- Torres, J. M. y Chávez, A. G. (2001). Alcamidas em plantas: Distribución e importancia. *Avance y Perspectiva*, 20 (noviembre-diciembre), 377-387.
- Valencia, K., Mora, J. S. y Martínez, M. Á. (2021). Asociación de variables que determinan el consumo de leche de vaca en la ciudad de México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 48(1345-2021-1203), 656-667.

- Vanzini, V. R. y Ramírez, L. M. (1994). Babesiosis y anaplasmosis bovina. Diagnóstico, epidemiología y control. *INTA-Argentina RIA*, 25(3): 137-190.
- Vargas-Cuy, D. H., Torres-Caycedo, M. I. y Pulido-Medellín, M. O. (2019). Anaplasmosis y babesiosis: estudio actual. *Pensamiento y Acción*, (26), 45-60.
- Vázquez-Domínguez, I. F. (2022). Efectividad de extractos de plantas en condiciones de laboratorio para el control de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acarí: Ixodidae). (Tesis maestría). Facultad de Ciencias Biológicas-Universidad Autónoma de Nuevo León). 1-8.
- Vecino, J. A. C., Echeverri, J. A. B., Cárdenas, J. A. y Herrera, L. A. P. (2010). Distribución de garrapatas *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* en bovinos y fincas del Altiplano cundiboyacense (Colombia). *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 11(1): 73-84.
- Villar, C. C. (2012). Los parasitismos en bovinos y el cambio climático en países tropicales con énfasis en investigaciones en Colombia. Sitio Argentino en Producción animal. Engormix.
- Vinchira-Villarraga, D. M. y Moreno-Sarmiento, N. (2019). Control biológico: Camino a la agricultura moderna. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 21(1) 2-5.

Luis Alejandro Martínez Ramos

Evaluación exploratoria de la actividad acaricida in vitro de extractos de *Acmella radicans* contra g

 Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::3117:399677838

Fecha de entrega

29 oct 2024, 7:58 a.m. GMT-6

Fecha de descarga

29 oct 2024, 8:03 a.m. GMT-6

Nombre de archivo

Evaluación exploratoria de la actividad acaricida in vitro de extractos de *Acmella radicans* contra....pdf

Tamaño de archivo

2.5 MB

40 Páginas

11,652 Palabras

66,145 Caracteres

31% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Fuentes principales

- 31%  Fuentes de Internet
- 5%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Formato de Declaración de Originalidad y Uso de Inteligencia Artificial

Coordinación General de Estudios de Posgrado
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



A quien corresponda,

Por este medio, quien abajo firma, bajo protesta de decir verdad, declara lo siguiente:

- Que presenta para revisión de originalidad el manuscrito cuyos detalles se especifican abajo.
- Que todas las fuentes consultadas para la elaboración del manuscrito están debidamente identificadas dentro del cuerpo del texto, e incluidas en la lista de referencias.
- Que, en caso de haber usado un sistema de inteligencia artificial, en cualquier etapa del desarrollo de su trabajo, lo ha especificado en la tabla que se encuentra en este documento.
- Que conoce la normativa de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, en particular los Incisos IX y XII del artículo 85, y los artículos 88 y 101 del Estatuto Universitario de la UMSNH, además del transitorio tercero del Reglamento General para los Estudios de Posgrado de la UMSNH.

Datos del manuscrito que se presenta a revisión		
Programa educativo	Maestría en producción Agropecuaria con opción terminal Pecuaria.	
Título del trabajo	Evaluación exploratoria de la actividad acaricida <i>in vitro</i> de extractos de <i>Acmella radicans</i> contra garrapatas (<i>Rhipicephalus microplus</i>) provenientes de bovinos productores de leche bajo condiciones de clima templado.	
	Nombre	Correo electrónico
Autor/es	Luis Alejandro Martínez Ramos	1419822h@umich.mx
Director	Ernestina Gutiérrez Vázquez	ernestina.gutierrez@umich.mx
Codirector	Margarita Vargas Sandoval	margarita.vargas@umich.mx
Coordinador del programa	Luis López Pérez	Luis.lopez.perez@umich.mx

Formato de Declaración de Originalidad y Uso de Inteligencia Artificial

Coordinación General de Estudios de Posgrado
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



Uso de Inteligencia Artificial		
Rubro	Uso (sí/no)	Descripción
Asistencia en la redacción	no	
Uso de Inteligencia Artificial		
Rubro	Uso (sí/no)	Descripción
Traducción al español	no	
Traducción a otra lengua	no	
Revisión y corrección de estilo	no	
Análisis de datos	no	
Búsqueda y organización de información	no	
Formateo de las referencias bibliográficas	no	
Generación de contenido multimedia	no	
Otro		

Datos del solicitante	
Nombre y firma	Luis Alejandro Martinez Ramos ale
Lugar y fecha	Morelia, Michoacán. Octubre 28 de 2024