

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**



Medicina Veterinaria y Zootecnia

TESIS

Tema:

Resistencia *in vitro* de la garrapata *Rhipicephalus microplus* a ixodicidas, Finca San Sebastián, Managua, Nicaragua en el periodo marzo – septiembre del 2022.

Sustentante:

Abraham Eli Cortez Romero.

Asesor:

Lic. Junior Chavarría Rivera M.V.

Managua, Nicaragua agosto del 2023.



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES
RESISTENCIA DE *RHIPICEPHALUS MICROPLUS* A IXODICIDAS

Dedicatoria

Le dedico este trabajo a mi abuelo, el Sr. Manuel Antonio Romero Martínez, el cual me enseñó a nunca rendirme ante los desafíos, a ser valiente y determinado para cumplir mis objetivos. Fue una persona que siempre estuvo dispuesto a apoyarme y que me compartió de su sabiduría mediante sus historias. Aunque el físicamente ya no está entre nosotros, su recuerdo vivirá eternamente en nuestros corazones

Abraham Eli Cortez Romero



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES
RESISTENCIA DE *RHIPICEPHALUS MICROPLUS* A IXODICIDAS

Agradecimiento

Primeramente, a Dios por haberme dado la vida, salud y paciencia para darme cuenta de que los tiempos del señor son perfectos. Me ha ayudado a perseverar a través de la adquisición del conocimiento para superarme adquiriendo destrezas y habilidades, llenándome de sabiduría para tomar decisiones y permitirme culminar mi carrera en esta etapa de mi vida.

A mi padre Dr. Francisco Ramiro Cortez Hernández y a mi madre Dra. Rosa Carmina Cortez Zamora por guiarme y apoyarme estando presentes en los momentos importantes de mi existencia.

A mis hermanas Od. Rosa Carmina Cortez Romero y Lic. Elisa Vanesa Cortez Romero por estar siempre pendiente y dispuestas a ayudarme.

A mi hermano Ing. Adolfo Ernesto Cordero Andrade por sus consejos.

A mis amigos quienes aprecio, por sus vivencias compartidas y su apoyo regalándome el tiempo necesario para seguir adelante.

A mi tutor Lic. Junior Chavarría M.V. por su disposición incondicional como docente y por su aporte científico, humanitario y ético en su quehacer de gran motivación y ejemplo a seguir tanto a los docentes como al estudiantado. Así mismo se agradece al colectivo de apoyo de la facultad de ciencias agraria quienes hicieron su aporte para hacer posible concluir mi tesis.

Abraham Eli Cortez Romero



Índice de Contenido

Introducción	1
Objetivos	2
Objetivo General.....	2
Objetivos Específicos	2
Hipótesis	3
Hipótesis de Investigación	3
Hipótesis Nula.....	3
Hipótesis Alternativa	3
Marco de Referencia	4
La Garrapata.....	4
La Garrapata del Ganado Bovino <i>Rhipicephalus microplus</i>	4
Taxonomía de la Garrapata <i>Rhipicephalus microplus</i>	5
Morfología de la Garrapata <i>Rhipicephalus microplus</i>	6
Ciclo de Vida de la Garrapata <i>Rhipicephalus microplus</i>	8
Inmunidad Bovina	10
Importancia Medica	10
Signos Clínicos y Lesiones en el Bovino Causados por la Garrapata <i>Rhipicephalus microplus</i>	10
Diagnóstico de la Garrapata <i>Rhipicephalus microplus</i>	11
Epidemiología de la Garrapata <i>Rhipicephalus microplus</i>	11
Impacto Económico por la Garrapata <i>Rhipicephalus microplus</i>	11
Control y Profilaxis en Bovino Contra la Garrapata <i>Rhipicephalus microplus</i>	12



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES
RESISTENCIA DE *RHIPICEPHALUS MICROPLUS* A IXODICIDAS

Desventajas de los Tratamientos Químicos	12
Tratamientos Químicos	12
Resistencia de la Garrapata <i>Rhipicephalus microplus</i> a Ixodicidas	14
Métodos para Determinar la Resistencia a los Ixodicidas	16
Metodología	17
Ubicación del Área del Estudio	17
Diseño Metodológico	18
Tipo de Estudio	18
Fase de Campo.....	18
Fase de Laboratorio	19
Calculo y Análisis de Datos	21
Inhibición a la Oviposición.....	21
Índice de Eficiencia Reproductiva	21
Mortalidad	21
Número de Teleóginas que Ovipone.....	22
Número de Huevos Aproximado por Grupo	22
Materiales y Equipos	22
Resultados y Discusión	23
Inhibición a la Oviposición	23
Índice de Eficiencia Reproductiva.....	25
Mortalidad.....	26
Número de Teleóginas que Ovipone	27
Número de Huevos Aproximado por Grupo.....	28
Propuesta de Plan de Medidas del Uso de Ixodicidas	29



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES
RESISTENCIA DE *RHIPICEPHALUS MICROPLUS* A IXODICIDAS

Medidas Basadas en el Agente.....	29
Medidas Basadas en el Huésped Susceptible	29
Medidas Basadas en el Ambiente	30
Conclusión.....	33
Recomendaciones.....	34
Referencias	35
Anexo	42



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES
RESISTENCIA DE *RHIPICEPHALUS MICROPLUS* A IXODICIDAS

Índice de Tablas

Tabla 1 La taxonomía actual de <i>Rhipicephalus microplus</i>	5
Tabla 2 Morfología de <i>Rhipicephalus microplus</i> en los diferentes estadios.	7
Tabla 3 Ciclo de vida libre no parasítico.....	8
Tabla 4 Ciclo de vida parasítico.	9
Tabla 5 Los principales tratamientos químicos utilizados en las garrapatas.	13
Tabla 6 Los principales tratamientos químicos utilizados en las garrapatas.	14
Tabla 7 Casos de resistencia de <i>Rhipicephalus microplus</i> a los Ixodidas.	15
Tabla 8 Ficha municipal.	17
Tabla 9 Criterios de inclusión y exclusión de garrapata.	19
Tabla 10 Dosis recomendada por el fabricante.	20
Tabla 11 Equivalencia de unidades animal.	31
Tabla 12 Registro de los grupos de garrapatas.....	42



Índice de Figuras

Figura 1 Ejemplo de garrapata dura.....	4
Figura 2 Porcentaje de inhibición a la oviposición.....	23
Figura 3 Índice de eficiencia reproductiva	25
Figura 4 Porcentaje de mortalidad	26
Figura 5 Porcentaje del número de teleóginas que ovipone	27
Figura 6 Número de huevos aproximados por grupos	28
Figura 7 Muestras recolectadas.	42
Figura 8 Garrapata <i>Rhipicephalus microplus</i>	43
Figura 9 Oviposición de las garrapatas.	43
Figura 10 Oviposición de la garrapata.....	44



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES
RESISTENCIA DE *Rhipicephalus microplus* A IXODICIDAS

Resumen

Con el propósito de evaluar la resistencia *in vitro* de *Rhipicephalus microplus* a los ixodicidas: Amitraz, Diclorvos y Cipermetrina se realizó la prueba de inmersión de garrapatas adultas descrita por Drummond como se cita en Membreño y Ortiz (2015), la cual permitió: determinar el efecto en la inhibición a la ovoposición (IO), calcular el índice de eficiencia reproductiva (IER), porcentajes de mortalidad (%M), porcentaje del número de teleóginas que oviponen (%NTO) y el número de huevos aproximados por grupo (NHAG). Se recolectaron garrapatas adultas en horas de la madrugada de 27 bovinos las cuales se almacenaron en frascos para ser trasladados al laboratorio donde se clasificaron y seleccionaron 120 que fueron divididas en tres grupos de 40 (Uno por cada ixodicida), destinándose 20 de estudio y 20 de control en cada grupo. Se demostró que el Diclorvos, inhibió la ovoposición en un 36.36%, el Amitraz en un 25.24% y la Cipermetrina en un 4.76%. Respecto al IER se encontró en Diclorvos 23%, en Amitraz 33%, y en la Cipermetrina 49%; el %M solo se presentó en grupos de control; el %NTO se encontró de 100% Diclorvos y Cipermetrina, 95% Amitraz; en cuanto al NHAG en Diclorvos se estimaron catorce mil, en Amitraz veinte mil y Cipermetrina cuarenta mil. Se propone como plan de medidas al uso racional de ixodicidas un manejo integral que incluye alternativas no químicas, proponiendo medidas utilizando el enfoque de la triada epidemiológica. Se concluyó resistencia en las garrapatas a los ixodicidas: Amitraz, Diclorvos y Cipermetrina en la finca San Sebastián. El ixodicida con mayor IO fue el Diclorvos y el menor la Cipermetrina, en el IER pudo ser alterado debido a que las muestras estuvieron expuestas a la variabilidad de las condiciones ambientales del laboratorio, lo cual puede afectar al %M debido a que la desecación es una causa de muerte por baja humedad, causando que el NTO sea mayor al sumar las garrapatas que murieron y las garrapatas que se suponen no fueron fecundadas, el NHAG, demuestra una relación entre la masas de las hembras y los huevos que puede ser alterada por los ixodicidas.

Palabras claves: bovinos, ectoparásitos, garrapaticidas, oviposición, parásitos, pesticidas, teleógina.



Summary

With the purpose of evaluating the *in vitro* resistance of *Rhipicephalus microplus* to the ixodicides: Amitraz, Dichlorvos and Cypermethrin, the immersion test of adult ticks described by Drummond as cited in Membreño and Ortiz (2015) was carried out, which allowed: to determine the effect in the oviposition inhibition (OI), calculate the reproductive efficiency index (REI), mortality percentages (%M), percentage of the number of teleogins that oviposit (%NTO) and the approximate number of eggs per group (NEPG). Adult ticks were collected in the early morning from 27 bovines, which were stored in jars to be transferred to the laboratory where 120 were classified and selected, divided into three groups of 40 (one for each ixodicide), 20 for study and 20 control in each group. It was shown that Dichlorvos inhibited oviposition by 36.36%, Amitraz by 25.24% and Cypermethrin by 4.76%. Regarding the IER, it was found in Dichlorvos 23%, in Amitraz 33%, and in Cypermethrin 49%; %M only occurred in control groups; the %NTO was found to be 100% Dichlorvos and Cypermethrin, 95% Amitraz; as for the NEPG in Dichlorvos, fourteen thousand were estimated, in Amitraz twenty thousand and cypermethrin forty thousand. An integral management that includes non-chemical alternatives is proposed as a plan of measures for the rational use of ixodicides, proposing measures using the epidemiological triad approach. Tick resistance to ixodicides was concluded: Amitraz, Dichlorvos and Cypermethrin at the San Sebastián farm. The ixodicide with the highest OI was Dichlorvos and the lowest was Cypermethrin, in the REI it could be altered because the samples were exposed to the variability of the environmental conditions of the laboratory, which can affect the %M because desiccation is a cause of death due to low humidity, causing the NTO to be higher when adding the ticks that died and the ticks that were not fertilized, the NEPG demonstrates a relationship between the masses of the females and the eggs that can be altered by the ixodicides.

Keywords: cattle, ectoparasites, tick killers, oviposition, parasites, pesticides, teleogin.



Introducción

A nivel mundial el 80% de la ganadería bovina es afectada por las garrapatas, un parásito que habita en zonas de clima tropical y sub tropical (Benavides et al., 2016). Estos parásitos tienen la capacidad de adaptarse, propagarse y transmitir enfermedades de interés en la salud pública y veterinaria (Rodríguez et al., 2005).

Nicaragua es un país donde se practica la ganadería, con un clima tropical que le favorece a la garrapata *Rhipicephalus microplus* (Donaire y Hurtado, 2013). Afectando la salud del ganado mediante lesiones en la piel, baja producción, alteraciones reproductivas y daños por hemoparásitos (González et al., 2011).

Una de las soluciones para controlar a las garrapatas es la utilización de químicos enfocados a eliminar poblaciones susceptibles de garrapatas, pero con el pasar del tiempo se ha revelado que su eficacia disminuye, debido a que las garrapatas han manifestado resistencia ante los compuestos utilizados (Quiroz et al., 2011).

Diversos estudios realizados en Nicaragua han demostrado la resistencia de la garrapata *Rhipicephalus microplus* a diferentes ixodicidas. (Espinoza y Jerez, 2012; Lazo y Mejía, 2009; Membreño y Ortiz, 2015).

La falta de recursos e interés en la resistencia de los ixodicidas en Nicaragua ha causado la poca efectividad de los tratamientos para controlar y erradicar a las garrapatas en el territorio nacional (Espinoza y Jerez, 2012).

Determinar el grado de resistencia de las garrapatas del género *Rhipicephalus microplus* a diferentes garrapaticidas es de gran importancia para escoger productos eficaces, evaluar el manejo de productos químicos y definir programas integrales de control con el propósito de erradicar a la garrapata mediante el manejo adecuado, correcto y eficiente con los productos que se encuentran en el mercado retardando o reduciendo su resistencia de una forma consciente.

En el presente estudio se determinará el grado de resistencia de la garrapata *Rhipicephalus microplus* adultas repletas (teleógina) a los ixodicidas de las familias Amidinas, Organofosforados y Piretroides. Utilizando la Prueba de inmersión de adultas (PIA) utilizada por Membreño y Ortiz (2015).



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES
RESISTENCIA DE *RHIPICEPHALUS MICROPLUS* A IXODICIDAS

Objetivos

Objetivo General

- Evaluar la resistencia *in vitro* de la garrapata *Rhipicephalus microplus* a los ixodicidas: Amitraz, Diclorvos y Cipermetrina a través de la aplicación de la prueba de inmersión de adultas

Objetivos Específicos

- Determinar el efecto de los ixodicidas Amitraz, Diclorvos y Cipermetrina mediante la inhibición de la oviposición en garrapatas de la finca San Sebastián en el municipio de Villa El Carmen, Managua.
- Calcular el índice de eficiencia reproductiva, porcentaje de mortalidad, porcentaje del número de teleóginas que ovipone y el número de huevos aproximados por grupo de las garrapatas tratadas *in vitro* con Amitraz, Diclorvos y Cipermetrina.
- Proponer, basado en los resultados obtenidos, un plan de medidas que aporten significativamente al uso racional de ixodicidas para el control de garrapatas *Rhipicephalus microplus* en la finca San Sebastián.



Hipótesis

Hipótesis de Investigación

Hi: Los ixodicidas de las familias Amidinas, Organofosforados y Piretroides inducen en *Rhipicephalus microplus* una inhibición a la oviposición por debajo del 80%.

Hipótesis Nula

H0: Los ixodicidas de las familias Amidinas, Organofosforados y Piretroides inducen en *Rhipicephalus microplus* una inhibición a la oviposición mayor al 80%.

Hipótesis Alternativa

Ha1: Los ixodicidas de las familias Amidinas, Organofosforados y Piretroides inducen en *Rhipicephalus microplus* una inhibición a la oviposición variables teniendo al menos un resultado mayor al 80%.

Marco de Referencia

La Garrapata

Las garrapatas pertenecen al suborden *Ixodida* que se divide en tres familias: *Ixodidae* (garrapatas duras), *Argasidae* (garrapatas blandas) y *nuttalliellidae* (Estrada, s.f). Según Álvarez et al. (citado en Ramírez et al., 2016) “La familia *Ixodidae* contiene alrededor de 650 especies, con cuatro subfamilias y trece géneros, la familia *Argasidae* comprende cinco géneros y alrededor de 170 especies y la *Nuttalliellidae* tan solo una especie, relativamente incipiente” (p. 19).

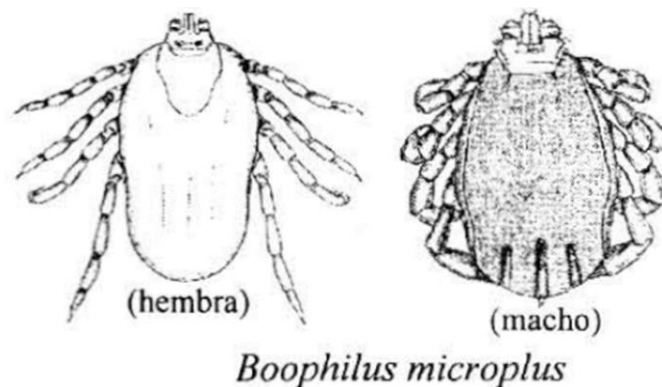
Por su morfología se concibe que las garrapatas son artrópodos, y por sus hábitos son considerados ectoparásito, hematófagos a causa de que viven en la superficie externa (piel) consumiendo la sangre de vertebrados especialmente mamíferos y aves. (Bowman, 2011; Rodríguez et al., 2012). Esta asociación de dañar por un beneficio los categoriza como parásitos (Tercero y Olalla, 2011).

La Garrapata del Ganado Bovino *Rhipicephalus microplus*

Miembro de la familia *Ixodidae*, nombradas garrapatas duras debido a que a simple vista pueden identificarse por tener una placa esclerotizada (escudo), la cual cubre toda la superficie dorsal en el macho y parcial en las hembras, limitándose a la mitad anterior (Figura 1) agente de infestación en bovinos (Bowman, 2011; Estrada, s.f).

Figura 1

Ejemplo de garrapata dura.



Fuente. Tomado de Barriga (2002).



Taxonomía de la Garrapata Rhipicephalus microplus

La taxonomía es una clasificación científica ordenada jerárquicamente con el propósito de establecer una nomenclatura zoológica universal asegurando la singularidad de los nombres pudiéndose encontrar en el siguiente orden: los artrópodos (Filo: *Arthropoda*), las arañas (clase: *Arachnida*), los ácaros (subclase: *Acari*), las garrapatas (suborden: *Ixodida*), las garrapatas duras (Familia: *Ixodidae*) y la garrapata del bovino *Rhipicephalus microplus* (Bowman, 2011; Pulido et al. (2016); Quiroz et al., 2011). (Tabla 1):

Tabla 1

La taxonomía actual de Rhipicephalus microplus.

Categoría taxonómica	
Filo:	<i>Arthropoda</i>
Subfilo:	<i>Chelicerata</i>
Clase:	<i>Aracnida</i>
Subclase:	<i>Acari</i>
Orden:	<i>Acarina</i>
Suborden:	<i>Ixodida (Metastigmata)</i>
Familias:	<i>Ixodidae</i>
Subgénero:	<i>Boophilus</i>
Especie:	<i>R. microplus</i>

Nota. Tomado de Cordero del Campillo et al. (1999); Cortinas y Jones (2006);

Stafford (2007); Gunn y Pitt, (2012) como se cita en Pulido et al. (2016).

La garrapata *Rhipicephalus microplus* también es conocida como *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, debido a que antes *Boophilus* era considerado un género, ahora todas las especies que englobaba pertenecen al género *Rhipicephalus*. (Bowman, 2011).



Morfología de la Garrapata *Rhipicephalus microplus*

Morfología Interna de *Rhipicephalus microplus*. Las garrapatas son artrópodos cuya morfología interna se divide en aparato respiratorio (espiráculos o estigmas y tráquea), sistema circulatorio (circulación de la hemolinfa), sistema digestivo (Boca, glándulas salivales, faringe, molleja, proventrículo, estómago, ciegos e intestino), sistema excretor (tubos de malpigio y recto), sistema nervioso (anillos de ganglios nervioso) y aparato reproductor (testículos, conductos espermáticos, vesículas seminales en los machos y en las hembras ovarios, oviductos y orificio genital) (Barriga, 2002).

Morfología Externa de *Rhipicephalus microplus*. La garrapata *Rhipicephalus microplus* posee festones y un escudo no ornamentado que en el macho le cubre todo el dorso, pero en la hembra solo la mitad anterior, permitiéndole dilatarse al alimentarse gracias a la síntesis de nueva cutícula en la zona no cubierta por el escudo. El capítulo o piezas bucales se encuentran por delante del escudo y son casi totalmente visibles cuando se observa desde el dorso, estando compuesto por un par de quelíceros, dos palpos segmentados y el hipostoma con dientes (Estrada, s.f.). La base del capítulo es hexagonal, poseen ojos (Bowman, 2011).

Presentan placas espiraculares (estigmas) ubicado detrás del cuarto par de patas donde se realiza el intercambio gaseoso exceptuando las larvas donde la respiración se realiza exclusivamente en la cutícula. Los machos adultos presentan placas anales, poro (orificio) genital el cual está ausente en las larvas y ninfas, y en la superficie del capítulo las hembras poseen áreas porosas que segregan sustancias que evitan la oxidación de los lípidos que recubre la cubierta de los huevos (Estrada, s.f.).

Algunas de las características morfológicas de la garrapata *Rhipicephalus microplus* varían en dependencia del estadio en el que se encuentre (Tabla 2).



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES
RESISTENCIA DE *RHIPICEPHALUS MICROPLUS* A IXODICIDAS

Tabla 2

Morfología de Rhipicephalus microplus en los diferentes estadios.

Estadio	Tamaño	Detalle
Larva	L: "0.50 mm" ^a A: "0.40mm" ^a	"Forma oval, color ámbar a rojo oscuro, tres pares de patas" ^a "y una dentadura de doble fila en el hipostoma." ^b
Larva repleta	L: "2.0 mm" ^b	
Ninfa	L: "1.0 mm" ^b	"Doble fila de dientes (3/3), el cuerpo es alargado con cuatro pares de patas, detrás del último par se encuentra el espiráculo, hembras de color más claro y mayor tamaño que los machos." ^b
Ninfa repleta	L: "2.5-4 mm" ^b	"Forma oval y color gris oscuro." ^b
Adulto	L: "2.0-2.5 mm" ^b	"Doble fila de dientes (4/4)." ^b "Es observable el orificio genital a nivel del segundo par de patas, color más oscuro en el tercio posterior del cuerpo, se apreciar el ano (nefrostoma) entre los dos pares de placas adanales." ^b
Hembra		
Plegadas	L: "2.0 mm" ^b	"Forma oval y aplanada." ^b
Semirepletas	L: "4.0-6.0 mm" ^b	
Repletas	L: "7.0-13.0 mm" ^b A: "4.0-8.0 mm" ^b	"Forma ovoide y color grisácea." ^b

Nota. (L) Longitud, (A) Ancho. Tomado de ^aNuñez (1996); ^bRodríguez et al. (2005) como se cita en Quiroz et al. (2011).



Ciclo de Vida de la Garrapata *Rhipicephalus microplus*

El ciclo de vida de la garrapata *Rhipicephalus microplus* se divide en dos partes: ciclo de vida libre o no parasítico (Tabla 3) que a su vez se subdivide en 6 etapas, y ciclo de vida parasítico (Tabla 4), que se subdivide en 3 etapas, conforme al cambio de fase o muda, que es el proceso donde la garrapata cambia su exoesqueleto, la garrapata se alimenta una sola vez en cada fase y pierde movilidad (Bowman, 2011; Quiroz et al., 2011).

Tabla 3

Ciclo de vida libre no parasítico.

Etapas	Días	Detalles
Preoviposición	"2°-23°" ^c	"Desprendimiento de la teleógina en busca de un lugar para poner huevos." ^c
Oviposición	"5°-15°" ^d	"Desde la puesta del primer huevo hasta el último." ^d
Postoviposición	"5°-15°" ^b	"La puesta del último huevo hasta la Muerte de la garrapata." ^d
Incubación	"26°-69°" ^a	"Dura hasta la eclosión del huevo." ^d
Eclosión		
Larva de vida libre	"10°-250°" ^b	"Es cuando la larva sube por la hierba, preferentemente zonas sombreadas. Estimuladas por el movimiento y el dióxido de carbono. Adoptando una posición sostenida en sus patas posteriores extendiendo las anteriores, tratando de adherirse al posible hospedero." ^d

Nota: En el invierno el tiempo de oviposición se puede extender duplicándose o triplicándose. Tomado de ^aBrovini et al. (2003); ^bNuñez et al. (1982);

^cNuñez (1996); ^dRodríguez et al. (2005) como se cita en Quiroz et al. (2011).



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES
RESISTENCIA DE *RHIPICEPHALUS MICROPLUS* A IXODICIDAS

Tabla 4

Ciclo de vida parasítico.

Etapas	Días	Detalles
Larva	6°- 9°	Busca un sitio adecuado para adherirse.
Ninfa	6°-9°	La ninfa es similar a las adultas, pero de menor tamaño.
Adulto		
Macho	13°-14°	Se alimenta de varios sitios hasta alcanzar a una hembra. En el día 42, compone el 100% de la población parasitaria debido que las hembras caen al completar su ciclo.
Hembra		
Plegada	14°-15°	Se adhieren cerca del sitio donde eran ninfas
Semi repleta	17°-18°	Se alimentan hasta ser fertilizadas. Su crecimiento es lento el 3° o 4° día de ser hembra plegada al 5° día su cuerpo incrementa un 80% y un 400%. Hembras no fertilizadas cesan su desarrollo y esperan la cópula para conseguir ser hembra repleta.
Repleta	23°	Finalizando su desarrollo se desprenden.

Nota. Tomado de Rodríguez et al. (2005).



Inmunidad Bovina

La respuesta inmune del huésped hacia la infestación por garrapatas se manifiesta por el rechazo al establecimiento de las larvas, hembras de menor tamaño, oviposición y viabilidad disminuidas. El rechazo al establecimiento de las larvas en las primeras 24 horas de vida parasitaria. La capacidad para rechazar aparece aproximadamente en el 8º día después de una infestación inicial. Hay que tener en cuenta que el grado de inmunidad contra las garrapatas se manifiesta por la eliminación y no por la destrucción de éstas. (Quiroz, 1990).

Importancia Medica

El daño por picaduras, abscesos, pérdida de sangre, efectos por toxinas, baja fertilidad y mayor tiempo de engorde ocasionado por la garrapata del ganado bovino como parásito es un daño directo e indirecto cuando es vector de enfermedades, siendo su acción nociva proporcional al número de garrapatas que parasitan, ya que una garrapata adulta reduce el peso diario en 0.6g y las pérdidas económicas son notorias cuando existen 40 hembras repletas infestando a un bovino (Quiroz et al., 2011).

Estudios realizados en Nicaragua demuestran la presencia de agentes como Babesia, Anaplasma y Tripanosoma. Siendo las dos primeras causantes de Anaplasmosis y Babesiosis, enfermedades de mayor mortalidad para el ganado (Donaire y Hurtado, 2013; Quiroz et al., 2011).

Signos Clínicos y Lesiones en el Bovino Causados por la Garrapata

Rhipicephalus microplus

Las garrapatas al adherirse a la piel producen traumatismo al introducir sus apéndices bucales, su secreción salival impide la coagulación de la sangre por una toxina y la presencia de los apéndices en los tejidos provoca infiltración inflamatoria de los tejidos perivasculares de la dermis, hiperemia local, edema y hemorragia, junto con engrosamiento del estrato corneo. Sin contar que la hembra de gran tamaño puede expoliar de 2 a 4gr de sangre lo que explica las anemias agudas en animales casi constantes en infestaciones intensas (Martínez y Rocha, 2010).



Diagnóstico de la Garrapata *Rhipicephalus microplus*

La garrapata adulta puede observarse a simple vista. Identificar su género y especie ayudara a establecer programas de control. por consiguiente, es importante realizar inspecciones cuidadosas, ya que una infestación de garrapatas puede volverse un problema serio aumentando considerablemente el costo del control y poniendo en riesgo la salud de los bovinos. (Rojas et al., 2011).

Epidemiología de la Garrapata *Rhipicephalus microplus*

La garrapata *Rhipicephalus microplus* ha sido reportada en América, Asia y África. Las garrapatas se asocian con los climas tropicales y subtropicales pero su adaptabilidad le ha permitido sobrevivir en climas adversos exceptuando donde hay baja humedad atmosférica como es en el caso de los desiertos (Ramírez et al., 2016).

El hospedador primario de *Rhipicephalus microplus* es el ganado bovino, pero también se ha encontrado en otros mamíferos como los caninos, equinos, ruminantes silvestres, caprinos, ovinos, ciervos, león, canguro, cerdo, ocasionalmente el hombre y conejo infectado por las fases larvarias sirviendo como transporte para viajar de un predio a otro (Quiroz et al., 2011; Nitelet y Vallejos, 2011).

Impacto Económico por la Garrapata *Rhipicephalus microplus*

Las garrapatas tienen importancia sanitaria y económica debido al daño directo que causan por ser hematófagas y transmisoras de microorganismos patógenos como protozoarios, bacterias y virus, así como por la inoculación de sustancias tóxicas en los huéspedes Guglielmone et al. (citado en Cortés, 2018).

En Centro América las pérdidas monetarias anuales ocasionadas por las garrapatas son aproximadamente \$120,000,000 (dólares americanos), en la producción de carne por cada 1400 garrapatas adultas al año se establece una pérdida de un kilogramo de carne por animal, en la producción láctea una garrapata durante su vida parasitaria succiona de 0.5 a 3 ml de sangre que nunca pasa por la ubre y en cueros pérdidas estimadas hasta en un 90% (Espinoza y Jerez, 2012).



Control y Profilaxis en Bovino Contra la Garrapata *Rhipicephalus microplus*

La mejor forma de controlar una infestación de garrapatas es combinando los diferentes métodos existentes. Según Cortés (2018), "Los programas de control integrado de garrapatas buscan el uso óptimo de los garrapaticidas, tanto los tradicionales como los de nueva generación, que aún son efectivos al combinarlos con herramientas y estrategias químicas y no químicas de control" (p. 295).

Estrategias químicas. Se basan en el análisis de los ixodicidas para realizar diversos tratamientos durante un periodo de al menos 90 días, donde se rotarán los diferentes grupos químicos evitando la aplicación de tratamientos que tengan un mismo modo o sitio de acción con el fin de retrasar la resistencia. (Archila et al., 2018; Nava et al., 2021).

Estrategias No químicas. Uso y cruces de bovinos resistentes (*B. indicus* menos garrapatas que *B. Taurus*), depredadores de la garrapata (aves, hormigas y ácaros), manejo de pradera (número de animales, descanso de pradera y composición de la vegetación) e inmunógeno (Quiroz et al., 2011).

Desventajas de los Tratamientos Químicos

Al momento de elegir un tratamiento químico para controlar o erradicar a la garrapata *Rhipicephalus microplus*, se debe tener presente las consecuencias, por ejemplo, que los productos químicos podrían eliminarían a insectos benéficos incluidos los depredadores de la garrapata, aumentar la presión de selección en población de garrapatas resultado en garrapatas más resistentes, la presencia de residuos tóxicos en bovinos que fueron tratados con ixodicidas y la contaminación ambiental por un mal uso de ixodicidas (Rojas et al., 2011).

Tratamientos Químicos

En su mayoría neurotóxicos (Tabla 5 y Tabla 6) de las familias químicas: Amidinas, Fenilpirazolonas, Lactonas Macrocíclicas, Órganos Clorados, Piretroides Sintéticos y Reguladores del Crecimiento (Quiroz et al., 2011). Usados para controlar a las etapas de vida libre en la vegetación o las etapas parasitaria en el bovino. (Kahn, 2007).



Tabla 5

Los principales tratamientos químicos utilizados en las garrapatas.

Grupo	Detalle
Amidinas	“Actúan en los receptores de octopamina causando hiperexcitabilidad neuronal y la muerte. Aplicación: aspersión, inmersión o derrame. Ej. Amitraz.” ^b
Fenilpirazolonas	“Bloquean la transmisión de signos por inhibición del neurotransmisor GABA (ácido gamma-aminobutírico). Ligándose a los canales de cloro e inhibiendo el flujo de los iones cloro dentro de las células nerviosas causando hiperexcitabilidad neuronal. Ej. Fipronil.” ^c
Lactonas Macrocíclicas	“Actúa en los canales de cloro dependiente del glutamato. Aplicación: inyectable, oral y derrame. Ej. Avermectinas (Abamectina, Ivermectina, Doramectina, Eprinomectina y Selamectina) y Milbemicina (Nemadectina y Moxidectina).” ^a
Organoclorados	“Inhibe la conducción de sodio a lo largo de las fibras nerviosas motoras y sensoriales por la apertura de los canales de sodio resultando en un retraso en la repolarización de la membrana axonal. Ej. Diclorodifeniltricloroetano (DDT), Diclorodifenildicloroetano (DDD), Diclorodifenildicloroetano (DDE), Aldrin, Lindano.” ^d
Organofosforados (OFs)	“Inhibe la acetilcolinesterasa, enzima capaz de hidrolizar la acetilcolina. Los OFs imitan a la acetilcolina y cuando se liga a la acetilcolinesterasa causa traspolarización de la enzima, acumulando acetilcolina en la membrana post-sináptica causando parálisis muscular.” ^d

Nota. Tomado de ^aArena et al. (1995); ^bGeorge et al. (2004); ^cPostal et al. (1995);

^dTaylor et al. (2007) como se cita en Quiroz et al. (2011).



Tabla 6

Los principales tratamientos químicos utilizados en las garrapatas.

Grupo	Detalle
Piretroides Sintéticos	“Abre los canales de sodio de los nervios, músculo y otras células excitables de los insectos.” ^{ac} Aplicación: derrame, aspersion o inmersión. Ej. Cipermetrina, Deltametrina, Flumetrina, Permetrina y Cialotrina.
Reguladores del crecimiento	“Actúan sobre los estados inmaduros de los parásitos, se dividen en: inhibidores de la síntesis de quitina, inhibidores de quitina y análogos de hormonas juveniles.” ^d “Aplicación: derrame.” ^b

Nota. Tomado de ^aDong (2007); ^bGeorge et al. (2004); ^cRaymond et al. (2005);

^dTaylor et al. (2007) como se cita en Quiroz et al. (2011).

Resistencia de la Garrapata Rhipicephalus microplus a Ixodícidas

Según la Organización Mundial de la Salud [OMS] (Citado por Espinoza y Jerez, 2012), “La resistencia a los insecticidas es el desarrollo de la capacidad de una cepa de insectos a tolerar dosis de tóxicos que en la población normal de una misma especie resultaría letal para la mayoría de los individuos” (p. 35).

Los ixodícidas generan una selección en la población de garrapatas, eliminando a las garrapatas susceptibles y proliferan las garrapatas resistentes a un grupo o grupos de ixodícidas (Quiroz et al., 2011). Es un proceso evolutivo por selección genética que se desarrolla por: los genes que confieren resistencia, la intensidad de selección, el grado de dominancia del gen y la relativa capacidad del genotipo (Rojas et al., 2011).

Según Fragoso y soberanes (citado por Quiroz et al., 2011) El desarrollo de la resistencia se divide en tres fases: fase de establecimiento cuando surge el alelo resistente, fase de desarrollo con un aumento de individuos resistentes y puede ser rápida (alelo resistente es dominante) o lenta, (alelo resistente es recesivo) y fase de



emergencia cuando hay una reducción de la efectividad del ixodicida debido a que el alelo resistente es común en la población.

Mecanismo de Resistencia de *Rhipicephalus microplus* Los mecanismos de resistencia se dividen en dos, solos o combinados. Insensibilidad del sitio de destino, está relacionada a mutaciones genéticas que impiden actuar en el órgano blanco y resistencias metabólicas, son mediados por las enzimas que desarrollan una adaptación a los compuestos tóxicos (Rodríguez et al., 2012).

Situación Actual de la Resistencia La resistencia de la garrapata a los diferentes compuestos químicos le permite sobreponerse a casi todos los ixodicidas disponibles, ya que se han reportado casos (Tabla 7) de garrapatas resistentes a los pocos años de introducir nuevos productos químicos. (Rodríguez et al., 2012).

Tabla 7

Casos de resistencia de Rhipicephalus microplus a los Ixodicidas.

^a Compuesto químico	^b Localización
Arsénico (1893)	Australia y Argentina (1936); Brasil y Colombia (1948); Uruguay (1953); Venezuela (1966).
DDT (1946)	Argentina, Brasil y Australia (1953); Venezuela (1966).
Organofosforados y Carbamatos (1944)	Australia y Brasil (1963); Argentina (1964); Colombia y Venezuela (1967); Uruguay (1983); México (1986).
Formamidinas (1975)	Australia (1978); Brasil (1989); México (1994); Venezuela (1995); Colombia (1997); Argentina (2000).
Piretroides (1977)	Australia (1981); Brasil (1995); Colombia (2000).
Lactonas	Brasil (2001); México (2010).
Macrocíclicas (1981)	

Nota. ^a Fecha de introducción. ^bInforme del desarrollo de resistencia de

Rhipicephalus microplus. Tomado de Rodríguez et al. (2012).



Métodos para Determinar la Resistencia a los Ixodicidas

La resistencia en las garrapatas se evalúa mediante pruebas bioquímicas (enzimáticas o con sondas de DNA y PCR) y técnicas toxicológicas en bioensayos basados en larvas y adultas repletas. (Rodríguez et al., 2005).

La técnica de inmersión de adultos, descrita por Drummond es la referencia a nivel mundial aprobada por la FAO para diagnosticar la susceptibilidad o resistencia a ixodicidas mediante la producción de huevos después del tratamiento, esto se logra a través de la inmersión de teleóginas (garrapatas hembras adultas repletas) en varias concentraciones de ixodicidas obteniendo, el peso de la masa total de huevos, porcentaje de eclosión, eficacia y factor de resistencia al producto (González et al., 2011).



Metodología

Ubicación del Área del Estudio

Finca San Sebastián. Km 17 ½ Carretera vieja león, Comunidad de filo de Cuajachillo. Managua, Nicaragua. Esta finca pertenece al municipio de villa el Carmen, también conocida como, Carlos Fonseca Amador (Tabla 8).

Tabla 8

Ficha municipal.

Categoría	Detalle
Municipio:	Villa El Carmen
Departamento:	Managua.
Coordenadas	11° 58' 60" Norte, 86° 31' 0" Oeste
Latitud:	Latitud: 11.9833
Longitud:	Longitud: -86.5167
Altitud	82 m
Clima:	Clima tropical seco
Temperatura	22 °C a 32°C
Precipitación media anual:	1,097 mm.

Nota. tomado de DB City.com (s.f.); Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios [ENACAL] (s.f.); Weather Spark (s.f.).

En dependencia de la estación del año, en el invierno (temporada de lluvias) se puede apreciar nublado y en el verano (temporada seca) con vientos fuertes, aunque mayormente despejado. En general se puede decir que tiene un clima caliente, y opresivo durante todo el año (Weather Spark, s.f.).

Con un clima tropical seco con variaciones en septiembre y octubre, con clima húmedo en invierno. Los meses en que se registran las máximas temperaturas es en marzo, abril y mayo, y las mínimas en noviembre, diciembre y enero (ENACAL, s.f.).



Diseño Metodológico

Se realizó un ensayo clínico con la finalidad de conocer la resistencia de la garrapata hembra adulta repleta (*Rhipicephalus microplus*) a los diferentes ixodicidas de las familias Amidinas, Organofosforados y Piretroides mediante el porcentaje de inhibición de la oviposición (%IO), estableciendo como resistencia en las garrapatas a los resultados que sean menores al 80% de %IO, utilizando la prueba de inmersión de adultas descrita por Drummond como se cita en Membreño y Ortiz (2015).

Tipo de Estudio

Experimental: se describió mediante la observación los cambios en la oviposición de las garrapatas sometidas a diferentes tratamientos *in vitro* de tres ixodicidas de las familias Amidinas, Organofosforados y Piretroides.

Cuantitativo: Se aplicarán mediciones numéricas que nos permitirán analizar una realidad objetiva.

Corte trasversal: las muestras fueron recolectadas con el propósito de obtener un resultado en un tiempo específico, sin hacer relaciones o comparaciones con otras muestras a lo largo de este periodo, en el periodo comprendido fue entre marzo a septiembre del 2022.

Fase de Campo

La finca San Sebastián cuenta con un total de 27 bovinos que fueron supervisados para recolectar las muestras del estudio. En horas de la madrugada se exploraron los animales desde los más jóvenes a adultos utilizando una lampara y el tacto en zonas difícilmente observables. Se revisaron: orejas, axila, ubres, cola y los pliegues de piel de cada animal.

La extracción de garrapatas se realizó con una pinza sujetándola lo más cercano a la pieza bucal jalando hacia arriba y sin sobre esfuerzo, cuidando que la garrapata este completa. Las garrapatas desprendidas se depositaron y almacenaron heterogéneamente en frascos de muestras que contenían en su interior un algodón humedecido y cuyas tapas eran previamente perforadas con una aguja caliente. Estos frascos de muestras eran trasladados dentro de un termo.



Fase de Laboratorio

Las garrapatas destinadas al estudio (Tabla 9) se limpiaron con agua destilada y fueron secadas con una gasa para su correcta identificación mediante sus características morfológicas como, por ejemplo, rostro corto, presencia y forma del escudo, y ausencia de ornamento (Solari et al., 2020).

Tabla 9

Criterios de inclusión y exclusión de garrapata.

Criterio de la garrapata de Inclusión	Criterio de la garrapata de Exclusión
Ser <i>Rhipicephalus spp.</i>	No ser <i>Rhipicephalus spp.</i>
Ser teleógina.	No ser teleógina.
Sin lesiones.	Con lesiones.
Sin deformaciones.	Con deformaciones.
Movilidad en las patas.	Sin movilidad en las patas.

Las muestras evaluadas en el ensayo se conformaron de ciento veinte teleóginas, divididas en tres grupos de cuarenta teleóginas por cada ixodicida (Amidinas, Organofosforados y Amitraz), cada grupo se dividieron en dos subgrupos, de veinte teleóginas, diez teleóginas de estudio que fueron sometidas a los diferentes ixodicidas y diez teleóginas de control que se sumergieron en agua destilada.

Para pesar a las garrapatas se utilizó una balanza analítica mecánica (analógica), la cual fue calibrada en cada uso para obtener una mayor exactitud y homogeneidad en los subgrupos de estudio y control.

Se sumergieron en 200 ml de agua destilada diez garrapatas del subgrupo control durante 1 minuto para luego secarla con gasas otorgándoles el tiempo de secado según la norma mexicana NOM-006-ZOO-1993, norma oficial mexicana requisitos de efectividad biológica para los ixodicidas de uso en bovinos y método utilizando Prueba de Inmersión de adultas (citado por Membreño y Ortiz, 2015). Para luego colocar a las garrapatas sobre su dorso encima de una cinta adhesiva en una placa de Petri. Se realizó un proceso similar con las hembras del subgrupo de estudio con la singularidad



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES
RESISTENCIA DE *RHIPICEPHALUS MICROPLUS* A IXODICIDAS

de que se diluyó el ixodicida en los 200 ml de agua destilada a dosis recomendadas por el fabricante (Tabla 10) dejando a las teleóginas de ambos subgrupos: estudio y control en las condiciones ambientales del laboratorio, iniciando su etapa de oviposición a los tres días y al transcurrir quince días los huevos de ambos grupos eran retirados de las placas de Petri para ser pesados en la balanza analítica mecánica.

Las placas Petri eran etiquetadas con los datos para su identificación y diferenciación de los subgrupos (control y estudio) teniendo datos como: químico utilizado, fecha de inicio del tratamiento, fecha de finalización, y respecto a la ubicación, todas las muestras fueron extraídas de la finca San Sebastián.

Los datos de cada subgrupo fueron sumados para ser evaluados como un grupo, revelando el porcentaje de inhibición de oviposición mediante la fórmula de Drummond (citado por Membreño y Ortiz, 2015).

Los datos de los ixodicidas, los pesos de las garrapatas y sus huevos fueron anotados para luego ser transcritos en el ordenador en una base de datos, utilizando una hoja electrónica en Microsoft Excel 2021.

Tabla 10

Dosis recomendada por el fabricante.

Principio activo	Dosis en partes por millón (ppm)
Amitraz 12.5%	250 ppm
Diclorvos 76%	1140 ppm
Cipermetrina 15%	150 ppm

Nota. Cada producto deberá ser diluido en agua destilada.

La elección de los productos químicos utilizados para el estudio se basará en 2 criterios: debe ser un producto disponible en el país para su adquisición comercial y de diferente familia química.



Calculo y Análisis de Datos

Inhibición a la Oviposición

Para evaluar el Porcentaje de inhibición a la oviposición (%IO) se utilizará la fórmula de Drummond (citado por Membreño y Ortiz, 2015), la cual consiste en dividir la masa inicial de teleóginas control entre la masa inicial de teleóginas del estudio, menos la masa de los huevos del estudio entre el peso de los huevos de control. El resultado se multiplicará por cien:

$$\%IO = \left(\frac{\text{Masa de teleóginas control (g)}}{\text{Masa de teleóginas estudio (g)}} \right) - \left(\frac{\text{Masa de huevos estudio (g)}}{\text{Masa de huevos control (g)}} \right) \times 100 =$$

Índice de Eficiencia Reproductiva

El índice de eficiencia reproductiva (IER) es la capacidad que tiene la teleógina de convertir la sangre que consumió a huevos que ovipone. Para evaluar el IER se utilizará la fórmula de Drummond y Whetstone (citado por Nava et al., 2018), la cual consiste en dividir la masa de los huevos entre la masa inicial de las teleóginas. El resultado va a variar entre cero y uno, entre más cercano este el valor a uno es un indicativo de una conversión óptima de la sangre consumida a los huevos de la garrapata. El valor en porcentaje, es el resultado multiplicado por 100.

$$IER = \frac{\text{Masa de los huevos (g)}}{\text{Masa inicial de las teleóginas (g)}} =$$

Mortalidad

Para evaluar el porcentaje de mortalidad (%M) se utilizará la fórmula usada por Brizo y Lepe (2022), la cual consiste en dividir el número de teleóginas muertas entre el número de teleóginas total. El resultado se multiplicará por cien:

$$\%M = \left(\frac{\text{Nro. de teleóginas muertas}}{\text{Nro. de teleóginas Totales}} \right) \times 100 =$$

Las garrapatas que se consideraron muertas fueron aquellas que se oscurecieron y perdieron movilidad antes de los 15 días en la fase de laboratorio.



Número de Teleóginas que Ovipone

Con los datos obtenidos en el ensayo se conoce el número de teleóginas que ovipone y el total de teleóginas por grupo, por lo tanto, dividiendo el número de teleóginas que ovipone entre el total de teleóginas del grupo y multiplicar por cien nos dará el porcentaje del número de teleóginas que oviponen (%NTO).

$$\%NTO = \left(\frac{\text{Nro. de teleóginas que ovopositaron}}{\text{Nro. de teleóginas Totales}} \right) \times 100 =$$

Número de Huevos Aproximado por Grupo

Según Horn (citado por WingChing, 2015) Se estima que por cada gramo de huevo depositado por la teleógina hay veinte mil huevos, por tanto, si se multiplica la masa total de huevos por 20000 podríamos conocer un aproximado de la cantidad de huevos que depositaron cada uno de los grupos estudiados.

Materiales y Equipos

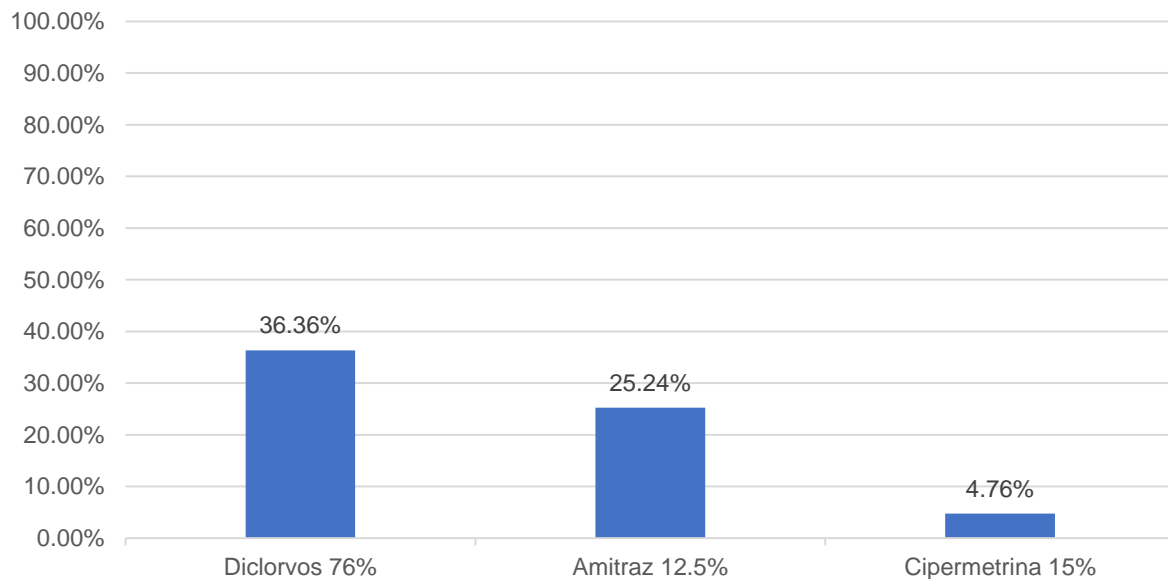
Agua destilada, algodón, balanza analítica mecánica, botas de hule, computadora, ficha de registro, jeringas, frascos de muestras, ixodicidas: Amitraz, Diclorvos y Cipermetrina, lápiz, cinta adhesiva, papel toalla, pinza, plato Petri, recipiente graduado, smartphone y termo.

Resultados y Discusión

Inhibición a la Oviposición

Figura 2

Porcentaje de inhibición a la oviposición.



El ixodida con mayor inhibición en la oviposición en la finca San Sebastián fue el Diclorvos (Organofosforados) con un 36.36%, seguidos del Amitraz (Amidinas) con un 25.24% y la Cipermetrina (Piretroides Sintéticos) con un 4.76% (Figura 2).

Estudios realizados en el año 2012 dieron a conocer en Coumaphos (Organofosforados) una inhibición a la oviposición del 86% (Espinoza y Jerez, 2012) un valor elevado, haciendo contraste con el año 2015 en la que la finca experimental “Las Mercedes”, Municipio de Managua, usando Clorpirifos (Organofosforados) mostró una inhibición a la oviposición del 57% (Membreño y Ortiz, 2015). Esto podría ser un indicativo de que con el transcurso de los años se han utilizados más los Organofosforados, aumentando la resistencia en las garrapatas por presión en su población (Rodríguez et al., 2014).

En el año 2017 en Colombia se realizó un estudio empleando Organofosforados, sin determinar la exactitud del químico utilizado, demostrando que en garrapatas



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES
RESISTENCIA DE *RHIPICEPHALUS MICROPLUS* A IXODICIDAS

sensibles se puede obtener resultados elevados de inhibición a la oviposición con un 96% (Rodríguez et al., 2017).

En el año 2009 se realizó un estudio en el departamento de chontales utilizando el Amitraz, los resultados del porcentaje de inhibición a la oviposición fueron del 47% (Lazo y Mejía, 2009) resultando semejante a los realizados por Espinoza y Jerez (2012) en el municipio de Somotillo. en el año 2015 en la finca experimental “Las Mercedes” mostro el porcentaje más bajo con un 2% (Membreño y Ortiz, 2015). Comparándolo con el 25% de este estudio, podría indicar que con el transcurso del tiempo las garrapatas han adquirido sensibilidad a causa del uso de otros ixodicidas que no sean de la familia de las Amidinas.

En Colombia el porcentaje de inhibición a la oviposición del Amitraz fue de 44.64% (Rodríguez et al., 2017), similar a Lazo y Mejía (2009) y Espinoza y Jerez (2012).

En el año 2009 se utilizó la Deltametrina (Piretroide Sintético) resultando en una inhibición de la oviposición del 19% (Lazo y Mejía, 2009). Con el uso de la Cipermetrina en el 2012 la inhibición de la oviposición es del 12.9% (Espinoza y Jerez, 2012), y en el 2015 la inhibición a la oviposición es del 16% (Membreño y Ortiz, 2015).

La fácil adquisición y uso indiscriminado de la Cipermetrina en Nicaragua (Espinoza y Jerez, 2012) podría haber causado una resistencia prolongada en la garrapata debido a la mutación específicamente en el canal de iones de sodio (Archila et al., 2018).

El estudio desarrollado en Colombia con la utilización de Piretroides Sintéticos muestra un porcentaje de inhibición a la oviposición de 45.5% (Rodríguez et al., 2017). Mostrando que en otros países puede haber resistencia a múltiples productos.

El resultado general en la Finca San Sebastián indica que hay una multiresistencia a la inhibición a la oviposición en la garrapata *Rhipicephalus microplus*, obteniendo resultados en la inhibición a la oviposición por debajo del 50% en los ixodicidas de las familias Organofosforados, Amidinas y Piretroides Sintéticos.

Esto puede deberse a que anteriormente en la finca San Sebastián utilizaran ixodicidas de las familias Organofosforados, Amidinas y Piretroides Sintéticos. dado a que el uso constante de los ixodicidas crea una selección en la población de garrapatas resultando en garrapatas resistentes a pesticidas (Rodríguez et al., 2014).

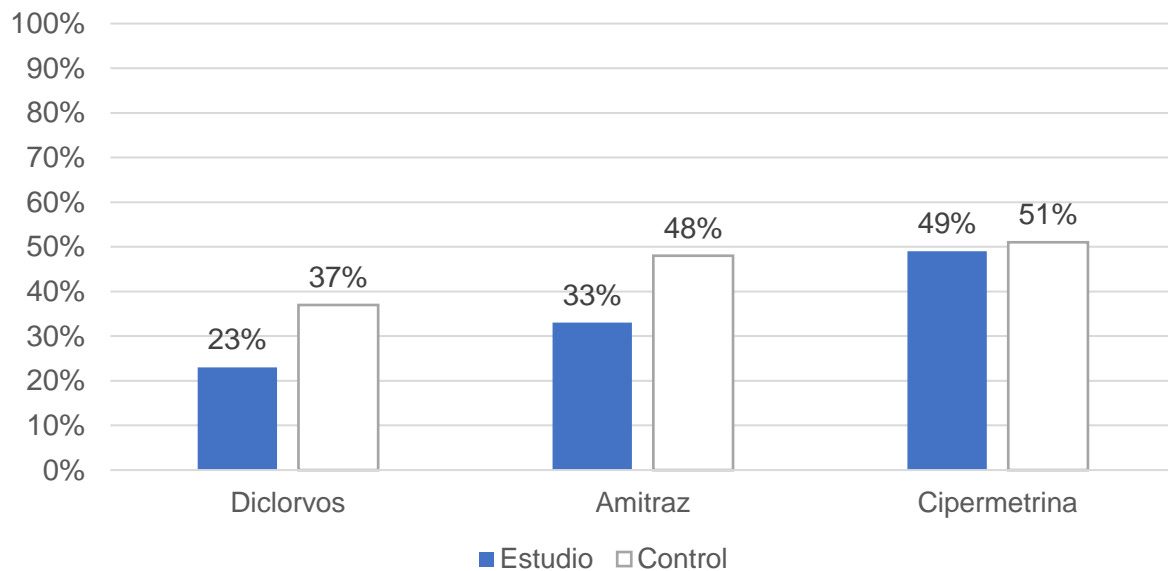


La multiresistencia también se puede generar por la deficiencia en la aplicación para los planes de control en el ingreso de animales, ya que se conoce que esta clase de movimiento afecta negativamente los programas para controlar a las garrapatas, el ingreso de animales con garrapatas resistentes a ixodicidas que no se utilicen en la finca de destino puede llevar a modificar el perfil de resistencia de la población actual basado en la capacidad de transmitir genéticamente la resistencia a la descendencia (Cuore, 2019; Saporiti et al., 2021).

Índice de Eficiencia Reproductiva

Figura 3

Índice de eficiencia reproductiva



Las teleóginas que fueron inmersas en Diclorvos presentaron el porcentaje más bajo de conversión con un 23%, seguidas por las que fueron sumergidas en Amitraz, con un 33% y las que fueron sumergidas en Cipermetrina obtuvieron un mayor porcentaje con un 49% (Figura 3).

Las temperaturas bajas, podrían inhibir la oviposición si son menores de los 17.5°C, la humedad y la radiación solar pueden afectar el ciclo de vida libre haciendo que esta etapa se prolongue (Quiroz et al., 2011). Por eso en algunos estudios determinen la



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES
RESISTENCIA DE *RHIPICEPHALUS MICROPLUS* A IXODICIDAS

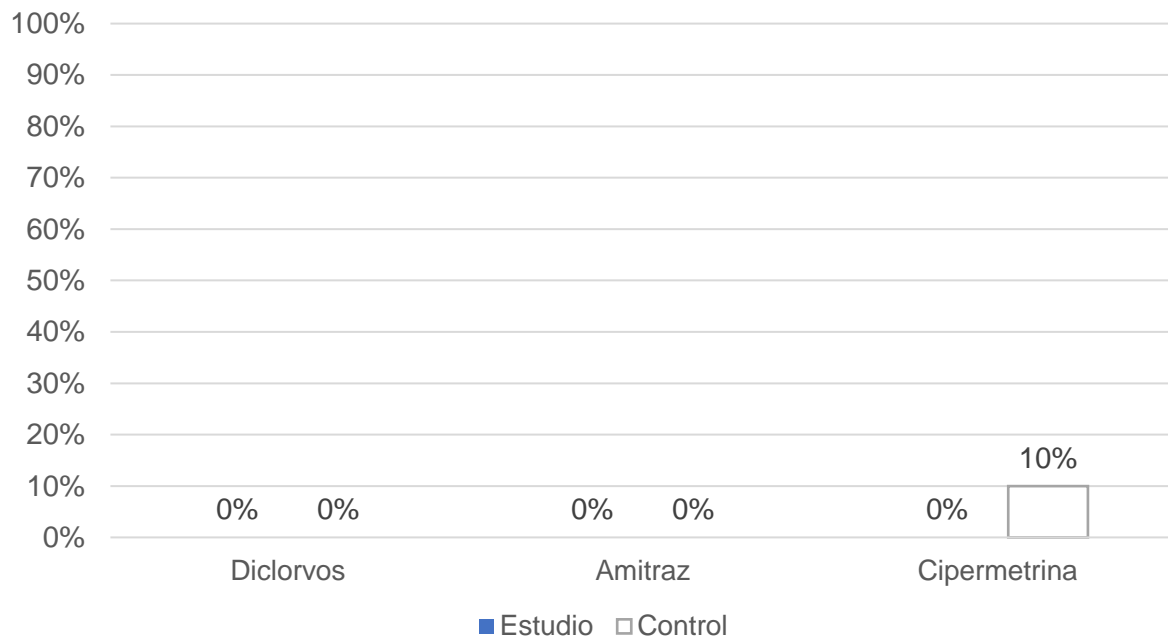
temperatura en $28^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y 80-90% humedad para que incuben las garrapatas (Reyes et al., 2013; Rivera et al., 2009; Rodríguez et al., 2017). La permisividad puede afectar la precisión del estudio, pero también reduce costes y facilita su aplicación.

Las condiciones de temperatura y humedad no fueron establecidas en el estudio, debido a que algunos estudios fueron permisivos al tener un rango de temperatura y humedad variable, dejando las muestras en condiciones ambientales (Espinoza y Jerez, 2012; Membreño y Ortiz, 2015).

Mortalidad

Figura 4

Porcentaje de mortalidad

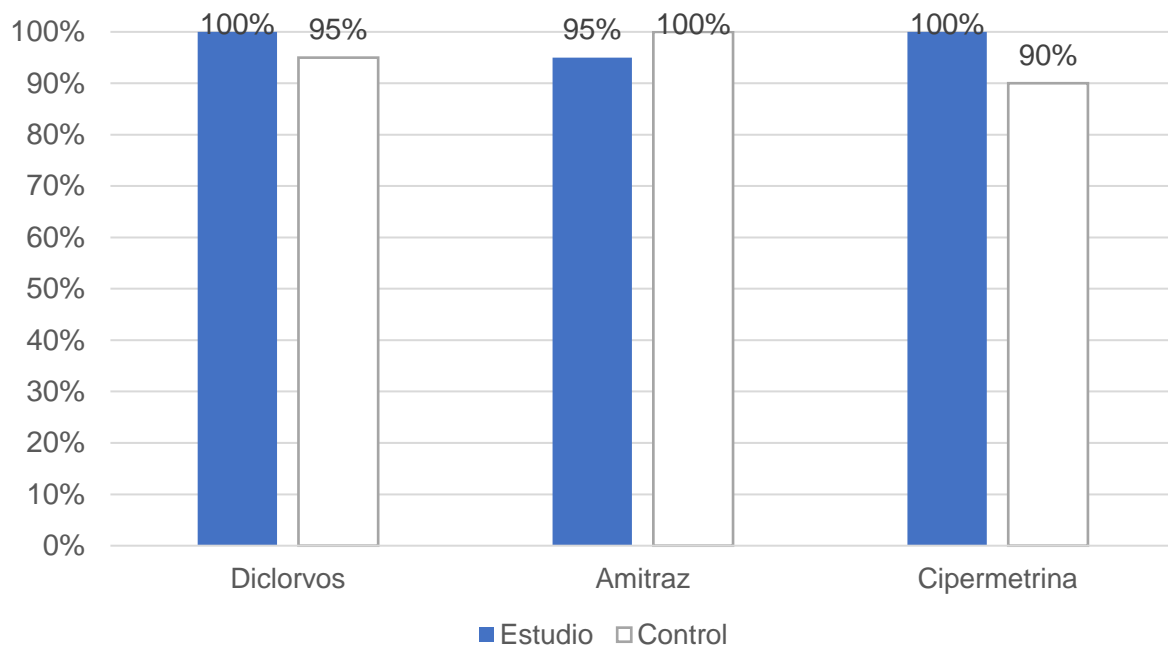


La mortalidad del 10% (Figura 4) corresponde a dos teleóginas de control del grupo de la Cipermetrina, que no pusieron huevos, perdieron movilidad y se tornaron de un color más oscuro. Las causas probables podrían deberse a las condiciones de variabilidad de temperatura y humedad causando de que las garrapatas se desecaran (Martínez, E. y Rocha, W., 2010). En otros estudios realizados por Brizo, J. y Lepe, M., (2022) indicó una mortalidad en teleóginas del grupo control de 4%.

Número de Teleóginas que Ovipone

Figura 5

Porcentaje del número de teleóginas que ovipone



En el grupo de Diclorvos una garrapata de control no puso huevos, del grupo Amitraz una garrapata de estudio no puso huevos, y del grupo de la Cipermetrina dos garrapatas de control murieron antes de poner huevos. (Figura 5).

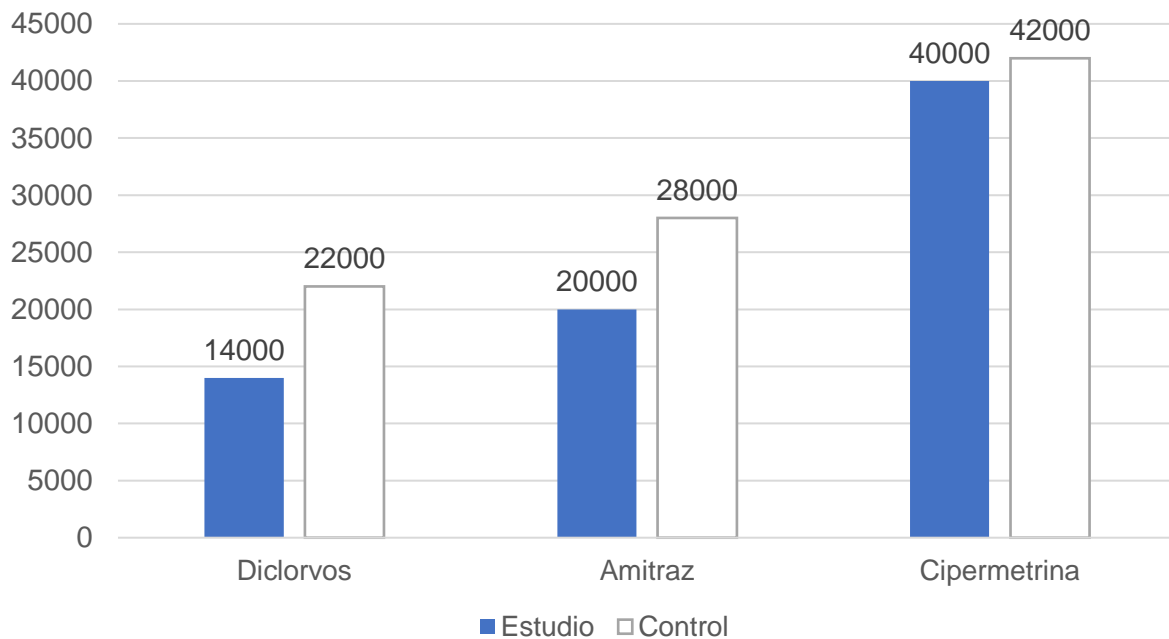
En el resto de garrapatas estudiadas el resultado fue similares a estudios realizados en Nicaragua donde determinaron que los ixodicidas no imposibilitan la reproducción de las teleóginas (Lazo y Mejí, 2009; Membreño y Ortiz, 2015).

Del grupo Diclorvos una teleógina no puso huevos, pero podría haber la posibilidad de que esa garrapata no había sido fecundada, como menciona Quiroz et al. (2011) “no todas las hembras son fertilizadas, en tales casos, el desarrollo cesa.” (p. 488). La presencia de las garrapatas no fecundadas es conocido, pero no hay estudios que lo evalúen.

Número de Huevos Aproximado por Grupo

Figura 6

Número de huevos aproximados por grupos



Las teleóginas con un peso de 3 g expuestas al Diclorvos pusieron $\approx 14,000$ huevos, las que fueron expuestas con un mismo peso al Amitraz pusieron $\approx 20,000$ huevos y las teleóginas con un peso de 4.10 g expuestas a la Cipermetrina pusieron $\approx 40,000$ huevos. En los grupos de control las teleóginas con peso de 3 g pusieron $\approx 22,000$ huevos, teleóginas con peso de 2.9 g pusieron $\approx 28,000$ huevos y las teleóginas con un peso de 4.1 g pusieron $\approx 42,000$ huevos. Lo que indica que teleóginas de mayor masa, podrían depositar una mayor cantidad de huevos (Figura 6).

La diferencia de masa en los grupos podría deberse a que en las primeras recolecta de muestras no había una infestación, pero si la presencia de la garrapata. Se considere una infestación cuando hay 30 garrapatas (hembras partenoginas) en promedio por animal (Nava et al., 2021). Puede ser que las condiciones climáticas no favorables y depredadores naturales (Quiroz et al., 2011) disminuyeran el número de garrapatas de mayor tamaño y peso.



Propuesta de Plan de Medidas del Uso de Ixodicidas

Debido a la resistencia en la garrapata *Rhipicephalus microplus*, se propone un plan de medidas que incluye alternativas no químicas, utilizando el enfoque de la triada epidemiológica citado en Castillo et al. (2011) un modelo tradicional de la causalidad (causa-efecto) donde las enfermedades no ocurren al azar, sino que son el resultado de la integración entre agente, huésped susceptible y ambiente.

Donde el agente es la garrapata *Rhipicephalus microplus* la cual parasita al bovino susceptible, con características individuales que según Rodríguez et al. (2005) son: raza, sexo, edad, estado de gestación y lactación. Y el ambiente que según Solís (citado por Quiroz et al., 2011) incluye la humedad, temperatura, vegetación, presencia y abundancia de hospederos.

Medidas Basadas en el Agente

Ensayos Clínicos para Evaluar la Resistencia en la Garrapata. Antes de la utilización de cualquier ixodicida es recomendable realizar pruebas *in vitro* de laboratorios o pruebas de campo estandarizadas para valorar la eficiencia del producto (Nava et al., 2021). Esto permitiría mejorar la selección de productos químicos con los cuales se pueden establecer los planes de control o de erradicación (Saporiti et al., 2021).

Medidas Basadas en el Huésped Susceptible

Uso de Inmunógenos para el Control de *Rhipicephalus microplus*. No causan riesgos de toxicidad y reducen el impacto ambiental. Gavac® se comercializa en varios países de América Latina, contiene un antígeno activo (Bm86) que destruye las células del intestino de la garrapata adulta afectando su alimentación y digestión (Ramírez, 2017; Quiroz et al., 2011).

En Nicaragua Dumas y Sequeira (2018) han evaluado la efectividad del inmunógeno Gavac®, obteniendo una efectividad del 74.53%. Utilizando el siguiente esquema de administración y posología: vía intramuscular profunda, en la región del cuello o en la región glútea y cada dosis fue de 2 ml utilizando



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES
RESISTENCIA DE *RHIPICEPHALUS MICROPLUS* A IXODICIDAS

la aguja 16-18 1 ½ pulgadas. 3 dosis aplicadas en un lapso de 6 meses: aplicada en la semana 0, semana 4 y semana 24.

Según Kemp et al. (citado en Fernández et al., 2005) recomienda el uso con ixodidas químicos para obtener un control aceptable.

Incrementar la Resistencia de Bovinos Mediante el Cruce. La resistencia a las garrapatas puede ser heredable si se realiza la selección y cruzamiento de bovinos que presenten un menor número de garrapatas para obtener una descendencia más resistente o añadiendo razas (*B. indicus*) que predispongan a tener menos garrapatas (Rodríguez et al., 2005).

Medidas Basadas en el Ambiente

Capacitar al Personal Encargado de la Aplicación de los Ixodidas. Según Nava et al. (2021) Una mala aplicación de los ixodidas puede disminuir su eficacia. Sumado a que la sobredosificación o subdosificación puede generar resistencia (González et al., 2011).

Es necesario que el personal encargado de la aplicación de los ixodidas conozca y aplique las recomendaciones descritas por la FAO (2010) de: mantener limpio el equipo (bomba de mochila) que se utiliza para bañar a los bovinos, utilizar la dosis recomendada por el fabricante, utilizar agua limpia sin cloro u otros purificantes para mezclar el ixodida, establecer el número de bovinos a bañarse en dependencia de la capacidad de la bomba de mochila, bañar cada animal iniciando de abajo hacia arriba a contrapelo, repetir el baño en los bovinos en caso de lluvia y la frecuencia de los baños en bovinos.

Establecer la Densidad de Animales por Potrero. Según Jonsson (citado por Quiroz et al., 2011) La alta carga animal facilita a las garrapatas encontrar a un hospedero susceptible. En el pastoreo el área que necesitan los bovinos está relacionada con su alimentación. Utilizando la unidad animal (UA) cuyo valor dependerá del tipo de animal y desarrollo (Tabla 11) para establecer el número de animales por manzana (INATEC, 2016).



Tabla 11

Equivalencia de unidades animal.

Categoría	UA
Toro	1.2
Vaca	1.0
Vaquilla	0.8
Ternero de cría	0.4

Nota: Una unidad animal equivale a 450kg. Tomado de INATEC (2016).

Sistemas de Pastoreo que Permitan el Descanso de las Praderas. Con un periodo de descanso de praderas superior a los 45 días se puede lograr que las larvas mueran por hambre o deshidratación al impedir que encuentren a un hospedador (Hernández et al., 2016).

El sistema de pastoreo rotativo divide el área disponible de pastoreo en tres o más potreros para que el ganado ocupe un potrero mientras los demás potreros se recuperen (descanso), mientras se moviliza al ganado en dependencia de la disponibilidad del alimento, sin regresar al potrero anterior. La viabilidad de los potreros se calcula mediante la producción de biomasa (pasto o forraje disponible en el potrero) (INATEC, 2016).

Siembra de Gramíneas Forrajeras. Según Rodríguez et al. (2005) La composición de la vegetación tiene un efecto en la sobrevivencia de las garrapatas. *Melinis minutiflora* (gordura), *Brachiaria brizantha* (Marandú) y *Andropogon gayanus* (Llanero) repelen, atrapan y obstaculizan a las garrapatas que buscan hospedador. (Quiroz et al., 2011).

Uso de Hongos Entomopatógenos para Combatir a las Garrapatas. Casi todas las especies cuentan con algún depredador natural para regular su población, estos son llamados agentes biológicos (Quiroz et al., 2011).



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES
RESISTENCIA DE *RHIPICEPHALUS MICROPLUS* A IXODICIDAS

Los hongos depredan a las garrapatas y actúan colonizando, proceso que dura aproximadamente 24 horas, creando en las garrapatas una estructura que las envuelve y que también le sirve para penetrar la cutícula hasta llegar a los órganos internos, liberando a su vez sustancias nutritivas que promueven el desarrollo del hongo. Con el tiempo las toxinas segregadas por el hongo van a terminar matando a la garrapata, y el hongo iniciara la fase infectiva para pasarse a otra garrapata (Moncada et al., 2015).

En Nicaragua Delgadillo et al. (2007) ha evaluado el hongo *Beauveria bassiana* en laboratorio logrando mortalidades de 94.6% y en el campo logrando porcentajes de mortalidad del 50%. Oporta (2017) estudio la mortalidad con diferentes dosis con los hongos: *Cordyceps bassiana* (20 días: desde 14% hasta 78% mortalidad), *Isaria Fumosorosea* (15 días: desde 2% hasta 64% mortalidad) y *Metarhizium anisopliae* (9 días: desde 14% hasta 92% mortalidad).



Conclusión

Las garrapatas *Rhipicephalus microplus* procedentes de la finca San Sebastián son resistentes a los ixodicidas: Amitraz, Diclorvos y Cipermetrina. Esto se debe a que los ixodicidas utilizados tienen una capacidad de inhibir la oviposición por debajo del 80%. La inhibición de la oviposición en el: Diclorvos, fue la más alta con un 36.36%, en el Amitraz con 25.24% y la Cipermetrina con 4.76%. Esto podría indicar que en la finca San Sebastián en el pasado las garrapatas estuvieron expuestas a estos químicos y en el caso del Diclorvos la resistencia ha aumentado gradualmente comparándola con otros estudios, siendo probablemente la causa su uso frecuente.

El índice de eficiencia reproductiva en: Diclorvos fue el más bajo con un 23%, en el Amitraz, un 33%, y en la Cipermetrina un 49%. La temperatura puede ser un factor que altere el resultado, aun así, el grupo de la Cipermetrina fue el que menos diferencia tuvo con el control mostrando ser el más ineficaz.

La mortalidad fue del 10% corresponde a dos teleóginas de control pertenecientes al grupo de la Cipermetrina. La causa probable, desecación de la garrapata al estar expuesta a las condiciones ambiente variables.

El número de teleóginas que ovipone en el grupo Diclorvos fue del 100%, Amitraz con un 95%, y la Cipermetrina 100%. Esto puede corresponder a que no todas las garrapatas adultas fueron fecundadas.

El número de huevos aproximados por grupos, en: Diclorvos fueron de catorce mil, en Amitraz veinte mil y en la Cipermetrina cuarenta mil. La diferencia pudo deberse a que los grupos tenían diferencia de masa y las garrapatas con mayor masa pusieron una mayor cantidad de huevos.

Los datos expuestos en este ensayo no determinan la eficiencia de los ixodicidas, solo la resistencia de las garrapatas teleóginas para sobrevivir durante el tiempo de oviposición y cuánto puede inhibirse su oviposición.



Recomendaciones

Concientizar a los productores sobre la importancia de los métodos para evaluar la eficacia de los ixodicidas y así puedan aplicar estrategias para controlar a la garrapata. Enseñar el valor a los productores de tener un registro de los ixodicidas utilizados en la finca, ya que para realizar una evaluación más precisa de la resistencia de la garrapata y la eficacia de los ixodicidas es necesario conocer con exactitud los productos utilizados y sus dosis.

Para llevarse a cabo el método de inmersión de hembras adultas se necesita un número alto de teleóginas, por lo que si la finca tiene una cantidad limitada de animales o las condiciones climáticas no son favorables para el desarrollo de garrapatas hembra repleta adulta, ocasionaría un retraso en los resultados del estudio o volverlo inviable. En el ensayo la masa de las hembras repletas y de los huevos, fue medida con una balanza analítica análoga, para tener una mayor exactitud y facilidad para extraer los datos, es recomendable utilizar una balanza analítica digital.

Realizar estudios controlando el ambiente de la garrapata (la radiación solar, humedad y temperatura). Con la finalidad de evaluar, comparar y conocer la exactitud del método utilizado en este estudio.

Si el propósito de este trabajo es encontrar el ixodicida que inhiba mayormente la oviposición, deber replantearse volver a realizar otro ensayo clínico utilizando otros químicos ya que el Diclorvos, Amitraz y Cipermetrina no lograron obtener un porcentaje mayor al ochenta por ciento en la inhibición de la oviposición. Tampoco mostraron un alto índice de la mortalidad en garrapatas hembra adultas.



Referencias

- Archila, O., Pulido, M., Fernández, M. y García, D. (2018). Estado actual y estrategias de manejo en la resistencia al tratamiento químico en garrapatas del ganado bovino. *Revista Infometric@-Serie Ingeniería, Básicas y Agrícolas*. Vol. 1, (1), pp. 35 – 52. <http://infometrica.org/index.php/syh/article/view/15>
- Barriga, O. (2002). *Las enfermedades parasitarias de los animales domésticos*. Editorial Germinal.
- Benavides, E., Romero, J. y Villamil, L. (2016). *Las garrapatas del ganado bovino y los agentes de enfermedad que transmiten en escenarios epidemiológicos de cambio climático*. IICA.
- Bowman, D. (2011). *Parasitología para veterinarios*. (9^o ed.). Elsevier.
- Brizo, J. y Lepe, M. (2022). Evaluación *in vitro* de cinco ixodicidas contra *Rhipicephalus microplus* en Catacamas, Olancho, Honduras. *Revista MVZ Córdoba*, vol. 27, (2), pp. 1-9. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8611518>
- Castillo, C., Mujica, O., Loyola, E. y Canela, J. (Eds.). (2011). *Módulo de principios de epidemiología para el control de enfermedades (MOPECE)*. (2^o ed.). Organización panamericana de la salud.
- Cortés, J. (2018). Control integrado de garrapatas y su importancia en salud pública. *Biomédica*, vol. 38, (4), pp. 295-298. <http://www.scielo.org.co/pdf/bio/v38n4/0120-4157-bio-38-04-00452.pdf>
- Cuore, U. (2019). *Control sustentable de parásitos en condiciones de silvopastoreo con énfasis en garrapata Rhipicephalus (Boophilus) microplus y Hemoparásitos*. INIA.
- DB City.com (s.f.). *Villa El Carmen, Managua, Nicaragua-Ciudades y pueblos del mundo*. <https://es.db-city.com/Nicaragua--Managua--Villa-El-Carmen>
- Delgadillo, O., Gómez, M. y Jiménez, C. (2007). *Evaluación del hongo entomopatógeno Beauveria bassiana para la regulación de las poblaciones de garrapatas (Boophilus microplus) del ganado bovino en la hacienda La Esperanza municipio Mina el Limón del Departamento de León en el período*



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES
RESISTENCIA DE *RHIPICEPHALUS MICROPLUS* A IXODICIDAS

- de abril del 2006 a agosto del 2007 [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León]. Repositorio Institucional, UNAN-León.
- Donaire, J. y Hurtado, G. (2013). *Hemoparásitos en bovinos de engorde en las fincas Caña Gordas y Las Alturas, comarca San Agustín, Acoyapa, Chontales, en los meses de agosto-octubre 2012* [Tesis de grado, Universidad Agraria]. Repositorio institucional-Universidad Nacional Agraria.
- Dumas, E. y Sequeira, D. (2018). *Evaluación de la efectividad del inmunógeno Bm86 Gavac contra la garrapata del género Rhipicephalus (Boophilus) microplus, en bovinos de la finca "Los Andes", comarca las Mercedes, Santa Lucía, Boaco, de marzo a septiembre 2018* [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria, UNA]. Repositorio institucional-Universidad Nacional Agraria.
- Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios [Enacal]. (s.f.). *Caracterización Municipal de Villa Carlos Fonseca*. Biblioteca.enacal.com.ni. <http://biblioteca.enacal.com.ni/bibliotec/Libros/enacal/Caracterizaciones/Managua/VillaCarlosFonseca.html>
- Espinoza, J. y Jerez, J. (2012). *Eficacia "in vitro" de tres ixodicidas contra Rhipicephalus (boophilus) microplus extraídos de bovinos en el municipio de Somotillo Chinandega en los meses de julio-agosto del 2012* [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León]. Repositorio Institucional, UNAN-León.
- Estrada, A. (s.f.). *Garrapatas morfología, fisiología y ecología*. Servet.
- Fernández, M., Zhioua, E. y García, Z. (2005). Inefectividad de *Metarhizium anisopliae* en contra de cepas de garrapata *Boophilus microplus* sensible y resistente a los organofosforados. *Téc. Pecu. Méx.*, Vol. 43, (3), pp. 433-440. <https://www.redalyc.org/pdf/613/61343313.pdf>
- González, A., Tapias, D., Pérez, M., Carvajalino, M., Velandia, D., y Borges, R. (2011). Evaluación de Acaricidas para el control de garrapatas (*Rhipicephalus (Boophilus) microplus*) que afectan al ganado bovino de doble propósito usando modelos lineales generalizados. *Revista de la Facultad de Agronomía de la*



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES
RESISTENCIA DE *RHIPICEPHALUS MICROPLUS* A IXODICIDAS

- Universidad del Zulia, Vol. 28, (4), pp. 487-502.
<https://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/26895>
- Hernández, Y., Fuentes, A. y Quintana, Y. (2016). Control integrado de garrapatas (*Rhipicephalus microplus*) en un pequeño rebaño bovino. *Revista electrónica de Veterinaria*, Vol. 17, (9), pp. 1-10.
<https://www.redalyc.org/pdf/636/63647456011.pdf>
- Instituto nacional tecnológico. (2016). *Manual del protagonista, pastos y forrajes*.
<https://www.scribd.com/document/338779630/Manual-de-Pastos-y-Forrajes>
- Kahn, C. (2007). *Manual Merck de veterinaria*. (6^o ed.). Editorial Océano.
- Lazo, C., y Mejía, A. (2009). *Evaluación "in vitro" de ixodicidas para uso en bovinos sobre garrapatas adultas del género Boophilus spp, en los municipios de Juigalpa, Cuapa, Comalapa y Acoyapa en el departamento de Chontales* [Tesis de grado, Universidad Agraria]. Repositorio institucional-Universidad Nacional Agraria.
- Martínez, E. y Rocha, W. (2010). *Diversidad de garrapatas en animales domésticos (bovinos, equinos y caninos) de 100 fincas de los municipios de San Isidro, Mulukukú y Siuna, en el periodo comprendido diciembre 2009-abril 2010* [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León]. Repositorio Institucional, UNAN-León.
- Membreño, H. y Ortiz, D. (2015). *Efectividad de los garrapaticidas (Piretroides, Amidinas, Organofosforados) "in vitro" bajo las condiciones ambientales de la finca experimenta "Las Mercedes", municipio de Managua durante junio-septiembre 2015* [Tesis de grado, Universidad Agraria]. Repositorio institucional-Universidad Nacional Agraria.
- Moncada, A., Villar, D., Chaparro, J., Angulo, J. y Mahecha, L. (2015). Aproximación al uso de hongos entomopatógenos y vacunas para el control sostenible de garrapatas en sistemas ganaderos: revisión. *Avances en investigación agropecuaria*, vol. 19, (3), pp. 55-71.
https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/14114/1/MoncadaGonzálezAnaCarolina_2015_HongosEntomopatógenosVacunas.pdf



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES
RESISTENCIA DE *RHIPICEPHALUS MICROPLUS* A IXODICIDAS

- Nava, S., Morel, N., Mangold, A., y Guglielmone, A., (2018). Un caso de resistencia de *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae) al fipronil detectado en pruebas de campo en el este de Santiago del Estero, Argentina. *Revista FAVE-Selección Ciencias Veterinaria*, vol. 17 (2018) pp. 1-5.
<http://www.scielo.org.ar/pdf/favecv/v17n1/v17n1a01.pdf>
- Nava, S., Morel, N., Rossner, M., Toffaletti, J., Sarmiento, N. y Mangold, A. (12 de julio, 2021). *Bases epidemiológicas para el control estratégico de la garrapata común del bovino Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. [todoagro.com.ar. https://www.todoagro.com.ar/documentos/2021/bases_para_control_estrategico_o_de_garrapatas_en_bovinos.pdf](https://www.todoagro.com.ar/documentos/2021/bases_para_control_estrategico_o_de_garrapatas_en_bovinos.pdf)
- Nitelet, B. y Vallejos, J. (2011). *Diversidad de los géneros y especies de garrapatas en animales domésticos (bovinos, equinos y caninos) de zonas rurales del municipio de Ciudad Darío, Matagalpa, en el periodo de enero a abril 2010* [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León]. Repositorio Institucional, UNAN-León.
- Oporta, J. (2017). *Control microbiano de la garrapata Rhipicephalus (Boophilus) microplus (Acari: Ixodidae) del ganado bovino, con hongos entomopatógenos en condiciones de laboratorio* [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio institucional-Universidad Nacional Agraria.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2010). *Manejo sanitario eficiente del Ganado bovino: principales enfermedades*.
<https://www.fao.org/3/as497s/as497s.pdf>
- Pulido, A., Castañeda, R., Ibarra, H., Gómez, L., y Barbosa, A. (2016). Microscopía y principales características morfológicas de algunos ectoparásitos de interés veterinario. *Rev. Inv. Vet. Perú.*, vol. 27, (1), pp. 91-113.
<http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v27n1/a12v27n1.pdf>
- Quiroz, H. (1990). *Parasitología*. (1º ed.). Editorial Limusa, S.A. de C. V.
- Quiroz, H., Figueroa, J., Ibarra, F., y López, M. (2011). *Epidemiología de enfermedades parasitarias en animales domésticos*. (1º ed.). Juan Figueroa.



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES
RESISTENCIA DE *RHIPICEPHALUS MICROPLUS* A IXODICIDAS

- Ramírez, P. (2017). *Identificación de nuevos antígenos con potencial inmunoprotector en tejidos de intestino y ovario de la garrapata del ganado Rhipicephalus (Boophilus) microplus, a través de un enfoque inmunoproteómico* [Tesis de grado, Centro de investigación y asistencia en tecnología y diseño del estado de Jalisco, A.C.]. Repositorio de CIATEJ, Centro de investigación y asistencia en tecnología y diseño del estado de Jalisco.
- Ramírez, R., Trujillo, S. y Ramos, Y. (2016). *Identificación taxonómica, mediante clave, de familia, géneros y especies de garrapatas, en animales domésticos de cuatro comarcas del municipio el Sauce departamento, León, de enero a marzo 2016.* [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua – León]. Repositorio Institucional, UNAN-León.
- Reyes, I., Arieta, R., Fernández, J., Romero, M., y Peniche, A. (2013). Resistencia de *Rhipicephalus (boophilus) microplus* a ixodicidas en ranchos bovinos del municipio de San Juan Evangelista, Veracruz, México. *Revista electrónica de Veterinaria*, Vol. 14, (7), pp. 1-6.
<https://www.redalyc.org/pdf/636/63628041003.pdf>
- Rivera, G., Román, A., Domínguez, B., Muñoz, S., Hernández, A., Cervantes, P., y Romero, D. (noviembre, 2009). *Resistencia de Rhipicephalus (Boophilus) spp a ixodicidas en ranchos ganaderos del sur de Veracruz, México.* researchgate.net.
https://www.researchgate.net/publication/351527726_RESISTENCIA_DE_Rhipicephalus_Boophilus_spp_A_IXODICIDAS_EN_RANCHOS_GANADEROS_DEL_SUR_DE_VERACRUZ_MEXICO
- Rodríguez, J., Pulido, M., y García, D., (2017). Resistencia *in vitro* de la garrapata *Rhipicephalus microplus* a Organofosforados, Piretroides y Amitraz en el departamento de Boyacá, Colombia. *Rev. Fac. Cs. Vets.*, vol. 58, (1), pp. 17-23. <http://ve.scielo.org/pdf/rfcv/v58n1/art03.pdf>
- Rodríguez, R., Hodgkinsonb, J., y Treesb, A. (2012). Resistencia a los acaricidas en *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*: situación actual y mecanismos de



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES
RESISTENCIA DE *RHIPICEPHALUS MICROPLUS* A IXODICIDAS

- resistencia. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, vol. 3, (1), pp. 9-24.
<https://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v3s1/v13s1a4.pdf>
- Rodríguez, R., Quiñónez F. y Fragoso, H. (2005). Epidemiología y control de la garrapata *Boophilus* en México. En R. Rodríguez (Ed.), *Enfermedades de importancia económica en producción animal* (pp. 571-592). Mc Graw Hill.
- Rodríguez, R., Rosado, J., Ojeda, M., Pérez, L., Trinidad, I. y Bolio, E. (2014). Control integrado de garrapatas en la ganadería bovina. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, vol. 1, (3), pp. 295-308.
<http://www.scielo.org.mx/pdf/era/v1n3/v1n3a9.pdf>
- Rojas, E., García, Z., Fajardo, J., Rosario, R. y Fernández, M. (2011). *Manual de control integral de la garrapata Rhipicephalus (Boophilus) microplus del ganado bovino en el estado de México*. (1º ed.). INIFAR.
- Saporiti, T., Losiewicz, S., Trelles, A., Miraballes, C., Riet, F. y Cuore, U. (2021) Análisis del perfil de susceptibilidad de la garrapata *Rhipicephalus microplus* para cinco grupos químicos y factores asociados en poblaciones de campo del norte de Uruguay. *Veterinaria (Montevideo)*, Vol. 57, (215), pp. 1-11.
<http://www.scielo.edu.uy/pdf/vet/v57n215/1688-4809-vet-57-215-e510.pdf>
- Solari, M., Cuore, U., Trelles, A., & Mautone, G. (19 marzo, 2020). *Taxonomía de los 5 géneros de garrapatas diagnosticadas en bovinos en Uruguay*. gub.uy.
<https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/publicaciones/taxonomia-5-generos-garrapatas-diagnosticados-bovinos-uruguay>
- Tercero, M. y Olalla, R. (2011). Parasitosis comunes internas y externas. Consejos desde la oficina de farmacia. *Ámbito farmacéutico*, vol. 30, (4), pp. 33-39.
<https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-pdf-X0212047X11247484>
- Weather Spark (s.f.). *El clima y el tiempo promedio en todo el año en Carlos Fonseca Amador*. <https://es.weatherspark.com/y/14361/Clima-promedio-en-Carlos-Fonseca-Amador-Nicaragua-durante-todo-el-año#Figures-Temperature>
- WingChing, R. (2015). Extracción manual de garrapatas *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* en ganado bovino como estrategia de control. *Nutrición Animal*



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES
RESISTENCIA DE *RHIPICEPHALUS MICROPLUS* A IXODICIDAS

Tropical, vol. 9, (1), pp. 88-101.
<https://www.researchgate.net/publication/280946980> Extraccion manual de garrapatas *Rhipicephalus Boophilus microplus* en ganado bovino como e estrategia de control

Anexo

Tabla 12

Registro de los grupos de garrapatas.

Grupo	Fecha inicial	Fecha final	Estudio			Control	
			Químico	T. (g)	H. (g)	T. (g)	H. (g)

Nota. T: Teleóginas, H: Huevos, la medida para la masa es en gramo.

Figura 7

Muestras recolectadas.



Figura 8

Garrapata Rhipicephalus microplus.



Figura 9

Oviposición de las garrapatas.



Figura 10

Oviposición de la garrapata.

