



**Evaluación del efecto entomopatógeno de los hongos *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Lecanicillium lecanii* para el control de garrapatas en bovinos**

Velasco Panchi, Kelin Vanessa

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria

Ing. Chiriboga Morales, Fernando Xavier, PhD.

30 de mayo del 2023



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

**Certificación:**

Certifico que el trabajo de titulación: **Evaluación del efecto entomopatógeno de los hongos *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Lecanicillium lecanii* para el control de garrapatas en bovinos**, fue realizado por la señorita: **Velasco Panchi, Kelin Vanessa**; el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fuerevisado y analizado en su totalidad por la herramienta para verificación y/o análisis de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Sangolquí, 30 de mayo del 2023



Firmado electrónicamente por:  
FERNANDO XAVIER  
CHIRIBOGA MORALES

**Ing. Chiriboga Morales, Fernando Xavier, PhD.**

C. C 1001921764

# Resultados de la herramienta para verificación y/o análisis de similitud de contenidos

## Informe de originalidad

---

NOMBRE DEL CURSO  
TESIS KELIN VELASCO

NOMBRE DEL ALUMNO  
KELIN VANESSA VELASCO PANCHI

NOMBRE DEL ARCHIVO  
KELIN VANESSA VELASCO PANCHI - Documento sin título

SE HA CREADO EL INFORME  
30 may 2023

---

### Resumen

Fragmentos marcados	24	7 %
Fragmentos citados o entrecorridos	7	3 %
Coincidencias de la Web		
jevieriana.edu.co	13	3 %
espe.edu.ec	7	3 %
cate.ac.cr	5	1 %
scielo.org	2	0,8 %
agrosavia.co	1	0,4 %
produccion-animal.com.ar	1	0,3 %
books.google.com	1	0,2 %
wikipedia.org	1	0,2 %



Firmado electrónicamente por:  
**FERNANDO XAVIER**  
**CHIRIBOGA MORALES**

.....  
**Ing. Chiriboga Morales Fernando Xavier, PhD.**  
C.C.: 1001921764



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Responsabilidad de Autoría:

Yo, **Velasco Panchi, Kelin Vanessa**, con cédula de ciudadanía No. 1721929022, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo titulación: **Evaluación del efecto entomopatógeno de los hongos *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Lecanicillium lecanii* para el control de garrapatas en bovinos**, es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 30 de mayo del 2023

.....  
**Velasco Panchi, Kelin Vanessa**  
C.C.: 1721929022



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

**Autorización de Publicación:**

Yo, **Velasco Panchi, Kelin Vanessa**, con cédula de ciudadanía No. 1721929022 autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **Evaluación del efecto entomopatógeno de los hongos *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Lecanicillium lecanii* para el control de garrapatas en bovinos**, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios es de mi responsabilidad.

Sangolquí, 30 de mayo del 2023

**Velasco Panchi, Kelin Vanessa**

C.C.: 1721929022

## **Dedicatoria**

El presente trabajo es dedicado a mi madre Verónica, pues sin ella nada de esto fuese posible ni lo había logrado. Tu amor, paciencia, apoyo incondicional y consejos fueron mis motivos para siempre continuar.

A mi padre Víctor por sus ejemplos positivos de perseverancia y lucha frente a circunstancia difíciles, que lo caracterizan y que ha influido en mí y por los miles batallas que me has demostrado ganar.

y hermanos David, Sebastián por ayudarme en todo momento.

## **Agradecimiento**

Agradezco a la vida por ponerme a personas increíbles y muy especiales que me han brindado su apoyo y ayuda incondicional a lo largo de mi carrera.

A mis padres Víctor y Verónica por estar en todo momento, por sus palabras de aliento y motivaciones constantes, por haberme dado la oportunidad de gozar de una excelente educación en el transcurso de mi vida. Sobre todo, por ser mi mayor ejemplo de superación y lucha constante.

A David, Sebastián, Alexandra, Margarita por estar siempre para mí y en todo momento sus grandes aportes, de amor, de inmensa bondad. Les agradezco, y hago presente mi gran afecto hacia ustedes.

Gracias Querida familia por darme la oportunidad en desarrollar mi proyecto de investigación en la Finca Buena Ventura, por todo el apoyo y facilidades que me otorgaron y confiar en mí.

Sin duda agradecer a mi gran apoyo incondicional Ingeniero Juan Tigreiro, por todo su aporte tanto académicos como consejos sabios y precisos que me fueron formando durante mi carrera.

Agradezco la confianza, apoyo y dedicación de tiempo a mis maestros: Dr. Edwin Pino, Dr Cesar Falconí y Dr. Xavier Chiriboga. Por haber compartido conmigo su conocimiento.

A mis amigas Celena y Daniela por siempre estar conmigo en cada momento y apoyarme siempre.

## Índice de contenidos

Carátula .....	1
Certificación .....	2
Resultados de la herramienta para verificación y/o análisis de similitud de contenidos.....	3
Responsabilidad de Autoría .....	4
Autorización de Publicación .....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento .....	7
Índice de contenidos .....	8
Índice de tablas.....	12
Índice de figuras.....	13
Resumen .....	15
Abstract.....	16
CAPÍTULO I .....	17
INTRODUCCIÓN .....	17
Antecedentes .....	17
Objetivos .....	20
<i>Objetivo General</i> .....	20
<i>Objetivos Específicos</i> .....	20
Hipótesis .....	20
CAPÍTULO II.....	21
REVISIÓN DE LITERATURA .....	21
Garrapata ( <i>R. microplus</i> ) .....	21
Distribución .....	21
Descripción general del ciclo de vida .....	23
Efectos de la garrapata en el ganado .....	24



Hábitos y ecología .....	25
Control integrado de garrapatas .....	25
Control químico .....	26
<i>Placas en orejas:</i> .....	26
<i>Acaricidas sistémicos generales</i> .....	26
<i>Baños de inmersión:</i> .....	27
<i>Baños de aspersión</i> .....	27
Resistencia de las garrapatas a los acaricidas.....	27
Mecanismos de resistencia.....	27
Manejo de la resistencia del ganado <i>R. microplus</i> .....	28
Control Cultural.....	28
<i>Rotación de praderas</i> .....	28
<i>Inundación de potreros</i> .....	28
Control Biológico .....	29
Hongos entomopatógenos.....	29
Factores que influyen en el establecimiento y acción de los hongos entomopatógenos.....	30
<i>Humedad relativa (HR)</i> .....	30
<i>Temperatura ambiental</i> .....	30
<i>Radiación solar (RS)</i> .....	31
<i>Microambiente</i> .....	31
Características fisiológicas .....	31
Proceso de infección .....	32
Germinación .....	33
Penetración .....	33
Crecimiento .....	33
Dispersión .....	34

Antecedentes de la utilización de <i>B. bassiana</i> y <i>M. anisopliae</i> en el control biológico de la garrapata <i>R. (Boophilus) microplus</i> .....	34
CAPÍTULO III .....	35
MATERIALES Y MÉTODOS .....	35
Ubicación del lugar de investigación.....	35
Materiales.....	35
Instalación del ensayo .....	36
<i>Área de potreros</i> .....	36
Clasificación de animales .....	36
Identificación de las especies de garrapatas .....	37
Entomopatógenos .....	37
Evaluación carga de garrapatas inicial .....	39
Aplicación hongos entomopatógenos .....	39
Conteo de garrapatas.....	41
Curvas de mortalidad.....	42
Variables de estudio .....	42
Diseño Experimental.....	42
CAPITULO IV .....	44
RESULTADOS Y DISCUSION.....	44
Resultados .....	44
Análisis comparativo de los tratamientos.....	46
Discusión.....	50
<i>Identificación de la especie de garrapata presente en el área de estudio</i> .....	50
<i>Efecto de tres hongos entomopatógenos y un químico en el control de garrapatas</i> .....	50
CAPITULO V .....	52
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	52

CONCLUSIONES.....	52
RECOMENDACIONES .....	52
BIBLIOGRAFÍA.....	54

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Taxonomía de la garrapata <i>Rhipicephalus (Boophilus) microplus</i> .....	21
<b>Tabla 2</b> Duración de los estadios en el ciclo de vida de las garrapatas .....	24
<b>Tabla 3</b> Materiales químicos y biológicos.....	35
<b>Tabla 4</b> Aplicación de tratamientos a los grupos establecidos .....	40
<b>Tabla 5</b> Clasificación taxonómica de las garrapatas identificadas.....	44
<b>Tabla 6</b> Análisis de varianza para la variable número de garrapatas presentes en los toretos de engorde expuesta a 4 tratamientos.....	46
<b>Tabla 7</b> Promedio y desviación estándar del número de garrapatas en toretos de engorde tratados con tres hongos entomopatógeno y <i>Ectosules</i> .....	46
<b>Tabla 8</b> Promedio y desviación estándar del número de garrapatas en toretos de engorde aplicados en diferentes tiempos .....	47

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> Fotografías que ilustran los detalles morfológicos de las garrapatas de la familia Ixodidae .....	22
<b>Figura 2</b> Ciclo infeccioso de los hongos entomopatógenos .....	32
<b>Figura 3</b> Ubicación geográfica del desarrollo experimental de la investigación.....	35
<b>Figura 4</b> Forrajes pasto elefante.....	36
<b>Figura 5</b> Toretos 10 y 12 meses de edad .....	37
<b>Figura 6</b> Toma muestras de garrapatas R. ( <i>Boophilus</i> ) <i>microplus</i> .....	37
<b>Figura 7</b> Peso y disolución de los hongos entomopatógenos .....	38
<b>Figura 8</b> Observación de la concentración de los hongos entomopatógenos en laboratorio mediante la cámara de Neubauer .....	38
<b>Figura 9</b> Evaluación visual de garrapatas.....	39
<b>Figura 10</b> Aplicación de hongos entomopatógenos al grupo de toretos.....	39
<b>Figura 11</b> Aplicación de Ectosules (Fipronil 0,9 g más Abamectina 0,5 g) en el lomo del animal .....	40
<b>Figura 12</b> Verificación y conteo de garrapatas R. ( <i>Boophilus</i> ) <i>microplus</i> .....	41
<b>Figura 13</b> Croquis de la distribución del experimento .....	43
<b>Figura 14</b> R. ( <i>Boophilus</i> ) <i>microplus</i> .....	45
<b>Figura 15</b> Parte dorsal.....	45
<b>Figura 16</b> Parte ventral.....	45
<b>Figura 17</b> Promedio del número de garrapatas presentes en toretos de engorde por tratamiento.....	47
<b>Figura 18</b> Curva de mortalidad de las garrapatas presentes en los bovinos, sujetos de experimentación con los hongos <i>B. bassiana</i> , <i>M. anisopliae</i> y <i>L. lecanii</i> y el control químico Ectosules .....	48

**Figura 19** Efecto de los hongos entomopatógenos de, *M. anisopliae*, *B. bassiana*,  
L. lecanii y el químico Ectosules en el control de la garrapata R.  
(*Boophilus*)microplus, (se compara el número de garrapatas vivas antes y  
después de la aplicación del tratamiento) .....49

## Resumen

El estudio tuvo por objetivo evaluar el efecto entomopatógeno en el control biológico de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. Se realizó entre diciembre de 2022 y febrero de 2023 en la parroquia San José de Minas, cantón Quito, provincia de Pichincha, Ecuador. Se utilizaron 16 toretes de engorde que presentaban infestación natural de garrapatas, el ensayo se distribuyó en cuatro grupos con 4 animales por tratamiento: T1 (*Metarhizium anisopliae*), T2 (*Beauveria bassiana*), T3 (*Lecanicillium lecanii*), T4 (Ectosules). Los tratamientos se distribuyeron en un Diseño en Bloques Completamente al Azar con 16 unidades experimentales y 4 repeticiones. Los hongos se aplicaron con una dosificación de  $1 \times 10^9$  conidias/ml con Tween 20 al 1%, 10 litros para cada grupo, el químico Ectosules (Fipronil y Abamectina) 5 ml por animal en los días 0, 15, 30, 45, 60. Se monitoreó la población de garrapatas antes de la aplicación y después en los días 0, hasta el día 60. Se tomaron muestras de garrapatas y se llevó al Centro Internacional de Zoonosis para la identificación de la especie, donde se determinó fue *R. (Boophilus) microplus*. En el análisis estadístico se utilizó ANAVA, prueba de comparación de medias TUKEY al 5 % y curvas de mortalidad. Los toretes de engorde tratados con *L. lecanii* presentaron el mayor número de garrapatas ( $1202 \pm 300,78$ ), a comparación de los toretes tratados con *B. bassiana*, *M. anisopliae* y Ectosules. Lo que se concluye un manejo biológico constituye una alternativa para el control de garrapatas además de presentar ventajas ambientales frente a los tratamientos químicos.

**Palabras clave:** GARRAPATAS, HONGOS ENTOMOPATÓGENOS, CONTROL BIOLÓGICO

## Abstract

The objective of the study was to evaluate the entomopathogenic effect on the biological control of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. It was carried out between December 2022 and February 2023 in the San José de Minas parish, Quito canton, Pichincha province, Ecuador. Sixteen fattening bulls with natural tick infestation were used. The trial was divided into four groups with 4 animals per treatment: T1 (*Metarhizium anisopliae*), T2 (*Beauveria bassiana*), T3 (*Lecanicillium lecanii*), T4 (Ectosules). The treatments were distributed in a Completely Random Block Design with 16 experimental units and 4 repetitions. The fungi were applied with a dosage of  $1 \times 10^9$  conidia/ml with 1% Tween 20, 10 liters for each group, the chemical Ectosules (Fipronil and Abamectin) 5 ml per animal on days 0, 15, 30, 45, 60. monitored the tick population before application and after on days 0, up to day 60. Tick samples were taken and taken to the International Zoonoses Center for species identification, where it was determined to be *R. (Boophilus) microplus*. In the statistical analysis, ANAVA, the TUKEY mean comparison test at 5%, and mortality curves were used. The fattening bulls treated with *L. lecanii* had the highest number of ticks ( $1202 \pm 300.78$ ), compared to the bulls treated with *B. bassiana*, *M. anisopliae* and Ectosules. What is concluded a biological management constitutes an alternative for the control of ticks in addition to presenting environmental advantages compared to chemical treatments.

**Keywords:** TICKS, ENTOMOPATHOGENIC FUNGI, BIOLOGIC CONTROL



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### Antecedentes

Las garrapatas, pertenecen al filo Arthropoda, clase Arachnida, familia Ixodidae, cuentan con un ciclo de vida de 4 fases: huevo, larva, ninfa y adulto. Su medio de subsistencia son diversas especies de animales de sangre fría o caliente, entre los que se halla el ganado bovino de leche y carne.

Las epizootias por garrapatas es una de las limitantes más importantes para la producción bovina, por las diversas enfermedades que estas transmiten. Además, producen bajos pesos, fiebres, deshidratación, contextura corporal delgada, pérdida de sangre, daño en la piel y baja producción de leche en los animales, Polanco & Ríos (2016).

La aplicación constante de acaricidas y la resistencia de las garrapatas a estos plaguicidas causa alteraciones graves tanto en bovinos de carne como de leche. Por tal razón es útil la implementación de nuevas alternativas para el control de garrapatas, con la finalidad de reducir la aplicación de acaricidas y los problemas de contaminación y residualidad, Rodríguez *et al.* (2014).

Una de las alternativas para mitigar la garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, se encuentra en los controladores biológicos. En el 2004 se registraron 117 productos a base de microorganismos entomopatógenos por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, Tipás (2020). Los hongos entomopatógenos constituyen un grupo muy grande de organismos con aproximadamente 750 especies, dispersos en distintos ambientes, capaces de infectar varias especies de insectos y arácnidos. Estos hongos pertenecen al filo Blastocladiomycota y Ascomiceta y al subfilo Entomophthoraceae. Dentro de los Ascomicetes, del Orden Hypocreales, las especies de entomopatógenos más distribuidas e importantes son *Beauveria bassiana* y *Metarhizium Anisopliae*, Téllez *et al.* (2009)

Este grupo de hongos entomopatógenos como *B. bassiana*, *M. anisopliae* y

*Lecanicillium lecanii*, a diferencia de otros microorganismos no requieren ser ingeridos para ejercer su acción patógena, ya que su mecanismo consiste en penetrar a través de la cutícula del artrópodo (insecto o arácnido), debido a su capacidad para excretar enzimas, entre ellas, proteasas, quinasas, lipasas y lipooxigenasas. En el interior del cuerpo del artrópodo se desarrollan invadiendo el hemocele y estructuras vitales de la plaga, ocasionando su muerte, reduciendo así su población y evitando efectos secundarios adversos en el ganado, Espada *et al.* (2011).

Debido a las pérdidas económicas causadas por garrapatas, en el desarrollo del ganado bovino, es necesario realizar un control eficiente en todas las etapas de su ciclo de vida. El éxito de los hongos entomopatógenos está determinado por varios factores: su adecuado manejo, horario de aplicación y temperatura del ambiente, pues dependiendo de las condiciones pueden actuar con diferente efectividad y puede variar el tiempo de acción. Por ello es importante implementar un programa sanitario tomando en cuenta estas consideraciones. Los hongos entomopatógenos, son organismos vivos que continuamente están buscando un huésped para sobrevivir, tratando de alargar sus ciclos de vida en el ectoparásito de interés económico, López *et al.* (2009).

En base a datos estadísticos, ocasionadas por la parasitosis en Latinoamérica, se estima que se pierden 13,96 billones de dólares americanos, discriminados de la siguiente manera: por parásitos gastrointestinales USD 7,11 billones, garrapatas (*R. microplus*) USD 3,24 billones, mosca pailetera USD 2,56 billones, tórsalo USD 0,38 billones, gusaneras USD 0,34 billones y mosca de los establos 0,34 billones. Concluyendo que la segundamayor pérdida económica es originada por las garrapatas, estos datos fueron tomados de una población de 213 millones de cabezas, Almada (2015).

Otros estimativos, a nivel global, sobre las pérdidas causadas por las garrapatas y las enfermedades transmitidas por éstas, reportan pérdidas entre USD 13,9 a USD 18,7 billones, Benavidez *et al.*(2023).

La ganadería en Ecuador y en Latinoamérica se ha visto golpeada por la infestación de garrapatas especialmente en zonas tropicales y subtropicales, convirtiéndose así en una de las principales limitantes en la producción bovina causando un impacto negativo en el aspecto económico, debilitamiento en los animales y como consecuencia retardo de crecimiento, provocando la disminución en el aprovechamiento de sus productos, Valbuena & Alzate (2007).

La garrapata *R. microplus* (Ixodia: Ixodidae), es la más agresiva en los bovinos debido a su alta capacidad de adaptación ambiental, se encuentra desde el nivel del mar hasta 2.700msnm a temperaturas que fluctúan entre 15°C a 34°C. El ciclo biológico está dividido en dos fases bien marcadas, la fase no parasítica que inicia cuando la garrapata adulta hembra se desprende del bovino hospedador para realizar la oviposición, donde llega a producir alrededor de 1500 a 5000 huevos en el medio ambiente y la fase parasítica que inicia cuando la larva ataca al bovino alimentándose de su sangre, Estrada (2015).

El control de garrapatas generalmente se basa en el uso de productos químicos como Ectosules, Isoxazolinas, Fipronil en forma de baño a los animales infestados en horas frescas y en intervalos específicos dependiendo de la gravedad, la región, la raza, la especie de garrapata a la que se va a combatir y de la residualidad del producto químico. Sin embargo, el uso irracional de estos productos ha causado que algunas cepas de garrapatas desarrollen resistencia. Además, es un control costoso y que daña el ambiente a corto y mediano plazo.

Debido a esto, surge la necesidad de implementar controles biológicos en conjunto con un esquema de manejo integrado de plagas (MIP), que sean ambientalmente amigables como el uso de hongos entomopatógenos (*B. bassiana*, *M. anisopliae* y *I. lecanii*) para realizar un manejo eficiente y sostenible de la garrapata, creando así un equilibrio ecológico y minimizando serios problemas de contaminación ambiental. Además, se reducirían los costos por la aplicación de productos químicos, que muchas veces son poco específicos contra el organismo blanco, y que en algunas ocasiones afectan a poblaciones de organismos benéficos presentes en el ecosistema ganadero, Fernandes *et al.* (2012).

La presente investigación tiene como objetivo evaluar el efecto entomopatógeno de los hongos *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Lecanicillium lecanii* para el control de garrapatas en bovinos, bajo condiciones de campo en San José de Minas (provincia de Pichincha), tanto en las fases parasítica como no parasítica. Además, determinar la sobrevivencia de garrapatas después de un tratamiento con entomopatógenos en comparación con un tratamiento químico de Ectosules.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Evaluar el efecto entomopatógeno de los hongos *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Lecanicillium lecanii* para el control de garrapatas en bovinos.

### **Objetivos Específicos**

- Determinar durante 60 días, la curva de mortalidad de las garrapatas presentes en los bovinos, sujetos de experimentación con los hongos *B. bassiana*, *M. anisopliae* y *L. lecanii* y el control químico Ectosules.
- Estimar el efecto entomopatógeno transversal a los 30 y 60 días de los tratamientos establecidos.
- Establecer diferencias estadísticas significativas entre las curvas de mortalidad determinadas.

## **Hipótesis**

**H0:** No existen diferencias estadísticamente significativas en la mortalidad de las garrapatas sujetas a los tratamientos con *B. bassiana*, *M. anisopliae*, *L. lecanii* y control químico Ectosules.

**H1:** Si existen diferencias estadísticamente significativas en la mortalidad de las garrapatas sujetas a los tratamientos con *B. bassiana*, *M. anisopliae*, *L. lecanii* y control químico Ectosules.

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### **Garrapata (*R. microplus*)**

Las garrapatas son ectoparásitos obligados y temporales de mamíferos, aves y reptiles. Su alimentación es exclusivamente hematófaga en todos sus estadios. En general, se alimentan una sola vez en cada fase de desarrollo y su período de alimentación pueden variar desde minutos a varios días, o incluso, semanas. El tiempo que tardan en completar su ciclo biológico es también muy variable, llegando en algunas ocasiones a requerir hasta 7 años, Cota (2016).

Actualmente son reconocidas más de 907 especies de garrapatas distribuidas a nivel mundial. *R. (Boophilus) microplus*, denominada la “Garrapata Común del Ganado”, es la especie de mayor importancia en el ámbito veterinario por su impacto en la salud bovina, debido a su papel como vector de hemoparásitos como *Babesia* spp. y *Anaplasma* spp.; y a nivel económico, en la producción de leche, carne y pieles, Vecino *et al.* (2010).

#### **Tabla 1**

*Taxonomía de la garrapata Rhipicephalus (Boophilus) microplus*

<b>Reino</b>	<b>Animal</b>
Phylum	Arthropoda
Clase	Arachnida
Orden	Ixodida
Familia	Ixodidae
Género	<i>Rhipicephalus</i>
Especie	<i>microplus</i>

*Nota:* Recuperado de Vecino *et al.* (2010).

#### **Distribución**

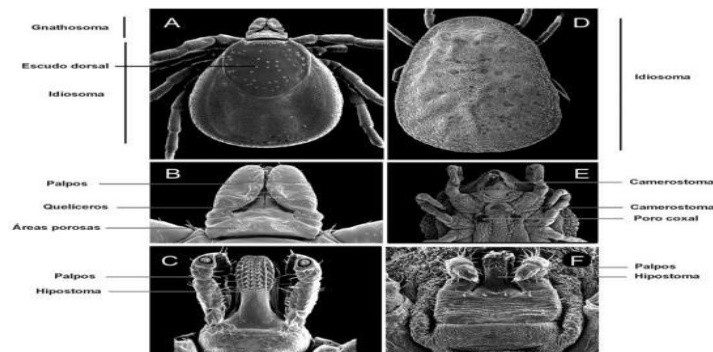
En Ecuador se encuentran varias especies de garrapatas localizadas en diferentes regiones del país. Su distribución depende de las condiciones climáticas de la región y factores

como temperatura y humedad; además de la vegetación, el tipo de suelo, los hábitats y posibles hospedadores presentes en el lugar. A pesar de que la mayoría se desarrolla mejor en ambientes tropicales, ciertas especies pueden resistir y cumplir su ciclo biológico más lentamente en hábitats con temperaturas levemente más bajas a las acostumbradas. Otros factores que han influido en la distribución de las garrapatas han sido la movilización de animales y personas, y los cambios climáticos que se han dado en el transcurso de los años, siendo posible encontrar la presencia de ciertas especies en regiones donde previamente no habían sido localizadas, Jaramillo (2020).

Existen varias especies del género *Rhipicephalus* en el mundo. En Oceanía, Europa, el norte de Asia y China, la garrapata *R. appendiculatus* es la más importante, mientras que en América, Asia y África se han reportado *R. microplus*, *R. appendiculatus* y *Amblyomma hebraeum*. Específicamente, el género *Rhipicephalus* (*Boophilus*) presenta seis especies a nivel mundial *R. (Boophilus) decoloratus*, que se encuentra distribuida en casi todo el continente africano, excepto en las áreas secas y tropicales lluviosas; *R. (Boophilus) kohlsi* localizada en los climas secos de Jordania; *R. (Boophilus) geigy* que se encuentra en el Oeste y centro de África; *R. (Boophilus) annulatus* que se encuentra en México y África y por último, *R. (Boophilus) microplus* que se encuentra distribuida entre los paralelos 32° norte y 35° sur. Especialmente en regiones tropicales de América, África, Australia y Asia, Espada *et al.* (2011).

## Figura 1

Fotografías que ilustran los detalles morfológicos de las garrapatas de la familia Ixodidae



Nota. Recuperado de Tipás (2020).

Las garrapatas cuentan con una morfología diferenciada entre familias, géneros y especies (Figura 1), pero también entre las fases de su ciclo de vida, es decir, durante la fase de larva presenta tres pares de patas, contrario a las fases de ninfa y adulta en las cuales presentan cuatro pares de patas, Tipás (2020).

Presentan un cuerpo redondeado, sin segmentos llamado idiosoma, en sus partes laterales pueden llevar uno o dos pares de ojos dependiendo de la especie. La familia Ixodidae se caracteriza por la presencia de su escudo el cual es una placa esclerotizada que en los machos cubre prácticamente por completo la superficie dorsal, limitando su expansión, mientras que en las hembras cubre únicamente la mitad anterior, permitiéndoles ingerir una gran cantidad de sangre, en la zona que no están cubiertas por el escudo se forma una cutícula la cual permite la dilatación del volumen corporal, Tipás (2020).

### **Descripción general del ciclo de vida**

El ciclo de vida de las garrapatas se inicia con la eclosión del huevo ovipositado por la garrapata hembra grávida en un sitio húmedo y protegido, del cual emerge la larva. Esta permanecerá guardada en el sitio donde emergió para evitar la desecación y, después de una semana aproximadamente, busca un hospedador del cual alimentarse. Para ello utiliza sus órganos sensoriales que son estimulados por olores, dióxido de carbono, luz, corrientes de aire, humedad y calor que indican la presencia del hospedador, al que acecha ubicándose en las partes altas de la vegetación y se une al cuerpo del hospedador de forma activa, Polanco & Ríos (2016).

**Tabla 2***Duración de los estadios en el ciclo de vida de las garrapatas*

<b>Fase</b>	<b>Etapa</b>	<b>Primer día</b>	<b>Último día</b>	<b>Moda (días)</b>
Larva	Larva	01	03	
	Metalarva	04	07	4
	Ninfa	05	13	8
Ninfa	Metaninfa	09	16	11
	Adulto	Macho	Neandro	12
Gonandro			15	39
Hembra		Neogina	13	20
	Partenogina	16	34	
	Tekeogina	18	35	

*Nota. Autoría propia*

Adicionalmente, las garrapatas sufren varias transformaciones durante la fase parasítica sobre el bovino, pasando de larva a metalarva, a ninfa, a metaninfa y en el caso de los machos a neandrosy gonandros (Tabla 2). En caso de las hembras las metaninfas se transforman en neoginas, partenoginas y teleoginas. La fase parasítica comienza con una larva infestante y termina en un gonandro (machos) o una teleogina (hembras) que cae al suelo para iniciar el período de vida libre. Los machos pueden permanecer sobre los bovinos durante períodos de hasta 90 días en el mismo lugar, su comportamiento de movilidad es nulo, Coello (2015).

### **Efectos de la garrapata en el ganado**

Las garrapatas provocan daños directos en el ganado como la destrucción tisular, provocada cuando los apéndices bucales de los ectoparásitos entran en contacto con el hospedador generando una reacción inflamatoria local. El expolio de sangre es un daño directo que puede provocar anemias agudas y la parálisis provocada por toxinas provenientes de la saliva de las garrapatas puede incluso llevar a la muerte del animal. Además de estos daños, las garrapatas son importantes transmisores de patógenos como *B. bigemina* y *B. bovis* y *A. marginale*, Tipás (2020).



## **Hábitos y ecología**

Las garrapatas pueden desarrollarse fisiológicamente desde el nivel del mar hasta los 2600 msnm y con fluctuaciones de precipitación anual de 400 a 2800 mm. Están capacitadas para sobrevivir en condiciones adversas. Las secreciones de sus glándulas salivales son importantes en la transmisión de agentes infecciosos patógenos, estas secreciones ingresan a los fluidos de los tejidos del hospedero, donde se provoca la eliminación de agua y electrolitos, Campos *et al.* (2010).

El agente infeccioso se encuentra en la saliva de la garrapata y se inocula en el hospedero después de la fijación en la piel. Una vez que la hembra (teleogina) completa el ciclo, coloca los huevos en sitios húmedos, frescos y libres de la radiación solar, de preferencia en la parte baja de la vegetación asegurando su una eclosión. Al emerger las larvas, estas se protegen de la desecación del sol incluso bajo el suelo y durante las horas más frescas del día ascienden a la vegetación con el fin de buscar un hospedero para alimentarse, Vecino *et al.* (2010).

Las épocas secas constituyen los períodos con mayores problemas de garrapatas en los bovinos. Existen diferentes estudios realizados en el país sobre la dinámica de la población de la garrapata *R. microplus*, los cuales revelan mayores poblaciones de tales parásitos o mayor número de animales infestados en época seca, o en la transición verano a lluvias. Varios autores atribuyen el hecho de que haya mayores poblaciones de garrapatas en verano a las bajas defensas y a la pobre alimentación de los animales en esta época del año, Fernandes *et al.* (2012).

## **Control integrado de garrapatas**

Las pérdidas económicas ocasionadas por diversos artrópodos y los perjuicios que ocasionan en las diferentes explotaciones y en la salud humana y animal, hacen necesaria la búsqueda permanente de medidas eficientes de control. Sin embargo, el problema de infestación por garrapatas en el país obedece a un esquema de manejo tradicional, desordenado

y antieconómico. El aumento constante de los precios de los acaricidas y el peligro de crear resistencia a estos productos en poblaciones de parásitos expuestos a una presión selectiva constante, indican la necesidad de reducir la dependencia de estos químicos para su control, Fernández (2006).

### **Control químico**

Los métodos de control químico de las garrapatas tienen como función romper los ciclos de vida de las garrapatas a través de la aplicación de ixodicidas a intervalos determinados, dependiendo la región ecológica, especies a las que se va a combatir, eficacia residual o persistencia del antiparasitario. En México existen más de 50 productos para el control de garrapatas que incluyen grupos distintos con diferencias en sus mecanismos de acción, que se pueden aplicar por aspersion, inmersión, de forma epicutánea, (pour-on) Ectosules antiparasitario externo, con una composición de Fipronil que interrumpe el sistema nervioso central y Abamectina insecticida no sistemático y no volátil que actúa por contacto o ingestión , su modo de aplicación verter la dosis sobre el lomo del animal desde la cruz hacia la grupa y por vía parenteral Rodríguez *et al.* (2014).

Para Fernández (2006) y Bendeck (2012), los mecanismos de control químico más utilizados son:

**Placas en orejas:** Consisten en placas impregnadas de un acaricida o un insecticida sistémico que son colocadas en las orejas de los bovinos, con el fin de controlar garrapatas y dípteros. El sistema puede funcionar bien para *Amblyomma maculatum*, localizada en las orejas, pero no para especies que se adhieren en otros sitios del animal, como *R. microplus*.

**Acaricidas sistémicos generales:** Se afirma que varios acaricidas sistémicos han controlado las garrapatas, al ser administrados en forma oral diariamente. El sistema se puede mejorar si se combina con un sistema de liberación lenta. El producto también puede ser inyectado en forma de microcápsulas. El desarrollo de las Ivermectinas es un ejemplo, las cuales podrían administrarse en dosis muy pequeñas (20-50 microgramos/ Kg/día) vía oral o mediante

implantación para la liberación lenta.

**Baños de inmersión:** Este es uno de los principales métodos conocidos para el control de garrapatas, ya que con este se logra un completo mojado de toda la superficie corporal del bovino, haciendo posible el contacto del compuesto con todos los estadios presentes en el huésped, además es un método de rápida ejecución, especialmente en ganaderías con alto número de animales.

**Baños de aspersión:** Este método es ampliamente difundido por las ventajas que ofrece al permitir el conocimiento exacto de la concentración del producto y la utilización de un baño limpio y recientemente preparado. Es un sistema económico, ya que solo se requiere una cantidad determinada del producto acaricida para realizar el baño, permite además aplicar diferentes tipos de ixodicidas y hay menos predisposición de traumatismos de los animales, especialmente en los de leche.

### **Resistencia de las garrapatas a los acaricidas**

La resistencia que las garrapatas desarrollan a los acaricidas constituye una seria limitante para el control de estas y de las enfermedades que transmiten. Se considera resistencia a la habilidad de cepas o de poblaciones de organismos para tolerar dosis de tóxicos que normalmente serían letales para la mayoría de los individuos de la población susceptible de la misma especie, Valbuena & Alzate (2007).

### **Mecanismos de resistencia**

Los diferentes mecanismos de resistencia pueden actuar independientemente o combinados, dentro de estos se encuentran:

- a. Penetración reducida del acaricida.
- b. Almacenaje incrementado o excreción rápida de los tóxicos invariados.
- c. Toxicidad reducida del acaricida aplicado.
- d. Detoxificación.

- e. Sensibilidad reducida y/o permeabilidad disminuida en el sitio de acción: este mecanismo hace que la plaga resistente sea menos sensible al mecanismo por el cual el compuesto afecta, López *et al.* (2009).

### **Manejo de la resistencia del ganado *R. microplus***

La resistencia del ganado a las garrapatas se debe a formas de comportamiento y reacciones inmunitarias que cada animal adquiere a medida que madura. La resistencia de los bovinos puede ser de dos tipos:

- a. Innata: largo del pelo, espesor y dureza de la piel, secreción de las glándulas sebáceas y sudoríparas, movilidad de la piel y hábitos del animal.
- b. Adquirida: se manifiesta después que el animal ha sido expuesto a algunas infestaciones

### **Control Cultural**

#### ***Rotación de praderas***

Esta estrategia se basa en la rotación de las praderas hasta que la mayoría de las larvas que se encuentra en fase libre mueran al no encontrar hospedero. Para el éxito de esta práctica es necesario conocer el período de sobrevivencia de las larvas en las pasturas para así establecer el tiempo de descanso de estas de acuerdo a cada zona geográfica, Espada *et al.* (2011).

#### ***Inundación de potreros***

Este tipo de control puede provocar cambios en el hábitat de las garrapatas debido a las condiciones de humedad extrema durante un período de tiempo provocado por la inundación de los pastos. Sin embargo, las hembras de *R. microplus* (teleogines) pueden sobrevivir en el agua hasta dos días. Aunque la tasa de muerte de teleogines por inmersión durante 2 días se incrementa y tienen un desove más bajo; incluso después de remojarlos en agua por hasta seis días los huevos aún pueden sobrevivir, Valbuena & Alzate (2007).

## Control Biológico

El control biológico, es un método de control de plagas, que consiste en utilizar organismos vivos con el objetivo de controlar las poblaciones de otro organismopatógeno. Este método puede presentarse como una alternativa eficaz cuando se pretende reducir el uso de plaguicidas e integrar una estrategia ecológica en el manejo integrado de plagas. El control biológico se realiza por varios mecanismos como: depredación, especialmente por aves, parasitismo, patogenicidad o competencia, Condori *et al.* (2010). Actualmente es una estrategia a la que se le ha dado prioridad y ha conseguido el mayor éxito en la producción a gran escala junto con la aplicación de entomopatógeno.

## Hongos entomopatógenos

Un gran número de hongos son parásitos letales de artrópodos, y pueden infectar su hospedero en cualquier estado de su ciclo de vida. El estudio de los organismos causales de enfermedades en insectos fue preconizado desde siglos atrás por los egipcios por su importancia para regular las poblaciones de plagas. El primer hongo descubierto fue *B. bassiana* en 1835 por Agostino Bassi, a partir de las observaciones sobre la muscarina blanca del gusano de seda *Bombyx mori* ocasionada por el hongo *B. bassiana*. En 1879 el ruso Elías Metchnikoff, utilizó *M. anisopliae* para controlar las abundantes poblaciones de *Anisopliae austriaca*, desde ese momento se han realizado muchas investigaciones, que han permitido la implementación de estos microorganismos en un Manejo Integrado de Plagas (MIP), Cota (2016).

Los hongos entomopatógenos constituyen un grupo de microorganismos patógenos de insectos. La ingestión del microorganismo por el hospedero no es una necesaria para llevar a cabo el proceso de infección, debido a que hay una penetración directa de la cutícula. Sus conidios germinan sobre la cutícula del insecto, debido a que la superficie de estos conidios consiste en una capa hidrofóbica que interactúa con la epicutícula para llevar a cabo el proceso de adhesión, luego desarrollan un tubo germinativo para penetrar y un micelio dentro del

hospedero para colonizar, y por último esporulan en la superficie del hospedero, López *et al.* (2009).

### **Factores que influyen en el establecimiento y acción de los hongos entomopatógenos**

Los factores ambientales son esenciales en el origen y desarrollo de cualquier ser vivo. Forman un complejo de factores que interactúan, siendo los más importantes la temperatura, la humedad relativa y la radiación solar. Además, el microclima en el que vive el artrópodo o artrópodo plaga influye directamente sobre la capacidad infectiva de los hongos entomopatógenos, López *et al.* (2009).

#### *Humedad relativa (HR)*

La humedad relativa es un factor muy importante en el desarrollo, tanto para el hospedero como para el patógeno. Tiene un efecto especial sobre la germinación, penetración y para la reproducción de los hongos. La falta de humedad relativa adecuada puede perjudicar al desarrollo de un patógeno de las garrapatas. Por ejemplo, se requiere de humedad relativa alta para la germinación del hongo entomopatógeno *M. anisopliae*, López *et al.* (2009).

#### *Temperatura ambiental*

La temperatura afecta la estabilidad de los patógenos en el almacenamiento, durante las aplicaciones en el campo y en su ocurrencia natural en el ecosistema. Los entomopatógenos no poseen condiciones biológicas para defenderse de las grandes variaciones de temperatura y pueden ser limitante para varios de ellos. El rango favorable de temperatura para los diferentes grupos de entomopatógenos especialmente los hongos mesófilos, varía entre 15°C y 30°C. Sin embargo, existe una temperatura ideal para cada patógeno y para cada fase de su ciclo de relación con su hospedero, Campos *et al.* (2010). La temperatura es uno de los factores abióticos más importantes para los hongos entomopatógenos debido a que puede afectar el grado y velocidad de la germinación de los conidios, el desarrollo y penetración del tubo germinativo y la colonización y reproducción. Los requerimientos térmicos de los hongos son variables en función de la especie, cepa y fase de

desarrollo. El desarrollo de las enfermedades fúngicas en los insectos puede ser perjudicado por temperaturas superiores a 30 °C. Las esporas de hongos entomopatógenos germinan a temperaturas entre 15°C y 35°C, el rango óptimo entre 25°C y 30°C y se requieren al menos cuatro días para la esporulación. La esporulación se detiene a temperaturas inferiores de 10°C y superiores a 35°C, Vázquez-Cabral *et al.* (2018).

### ***Radiación solar (RS)***

La exposición a la luz ultravioleta puede ser letal para ciertas estructuras de los hongos entomopatógenos. Su crecimiento y esporulación puede verse retrasado o impedido por la radiación solar, ésta juega un papel importante en el desarrollo de las enfermedades causadas por los hongos. La luz tiene influencia en el desarrollo de los microorganismos y en la mayoría de los casos puede funcionar como inhibidor del crecimiento y otras funciones vitales. En los hongos, el efecto de la luz puede dividirse en dos aspectos: efectos morfogenéticos, en los cuales la luz incide o inhibe el desarrollo de una estructura, y efectos no morfogenéticos, en los cuales la luz influye en la velocidad de síntesis de un compuesto. Sin embargo, se ha demostrado que la mayoría de los hongos filamentosos no son influenciados fuertemente por los períodos de oscuridad o luz, Valbuena & Alzate (2007).

### ***Microambiente***

La temperatura, humedad y su acción combinada, crean condiciones adecuadas para el funcionamiento fisiológico de todos los organismos. Así, estas variables influyen directamente en el desempeño de los hongos entomopatógenos contra la plaga. Algunos hongos pueden entrar en latencia o dormancia cuando las condiciones ambientales no son favorables para su desarrollo, así también, la mayoría de los hongos pueden acelerar su crecimiento en condiciones favorables de humedad y temperatura. facilitando la infección sobre su hospedero, Motta & Murcia (2014).

### **Características fisiológicas**

Los hongos entomopatógenos realizan interacciones bioquímicas con la epicutícula

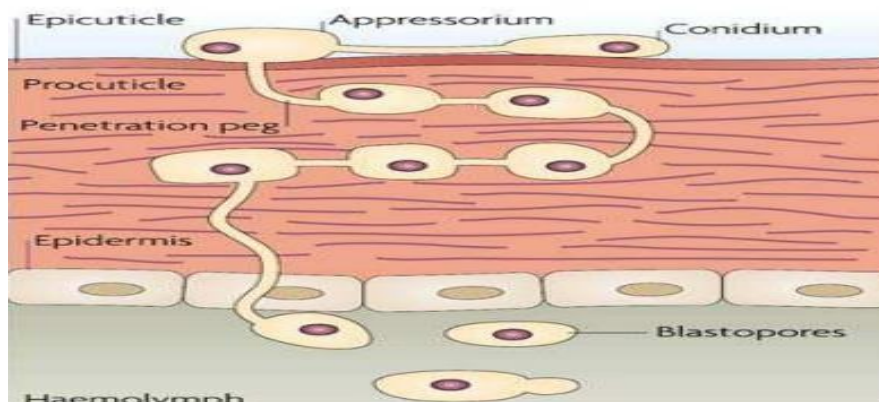
(capa más externa y delgada de la cutícula) de sus hospederos, la cual está compuesta por lípidos, principalmente compuestos altamente estables y de cadena larga (20-40 carbonos), características que le permiten ser más resistente a la degradación enzimática. Definitivamente una fuente de carbono es necesaria para la germinación de los conidios de los hongos, estudios han demostrado que la quitina y ciertos ácidos grasos presentes en la cutícula de los insectos son eficientemente utilizados como fuente de carbono, indicando que los hongos entomopatógenos deben usar nutrientes presentes en el integumento de los insectos, Valbuena & Alzate (2007).

### Proceso de infección

Es necesario que se den una serie de eventos definidos para establecer la relación entre el patógeno y el organismo blanco. El orden de estos eventos corresponde a la adhesión de conidios sobre la cutícula de la plaga, germinación, interacción con la cutícula estimulando o inhibiendo componentes, formación del apresorio en algunas especies, penetración, crecimiento dentro del hemocele y la interacción con el sistema inmune, producción de toxinas y muerte del hospedero, Infante *et al.* (2009).

### Figura 2

*Ciclo infectivo de los hongos entomopatógenos*



*Nota.* Recuperado de Infante *et al.* (2009)

Los conidios se adhieren para infectar al hospedero (Figura 2), aunque esto depende del número que sea capaz de germinar y penetrar en el artrópodo y el número de propágulos capaz



de permanecer adheridos en el integumento del artrópodo hospedero después del contacto inicial, Vecino *et al.* (2010). Para penetrar el integumento externo del hospedero, la conidiospora debe adherirse a la superficie cuticular. La interacción entre los conidios y la cutícula depende de las sustancias mucilaginosas que rodean el conidio, de las enzimas y de la conformación morfológica del integumento, la cual favorece la germinación del conidio. Los conidios pueden adherirse al azar de acuerdo con los pliegues o a la rugosidad de la superficie de la cutícula, Bendeck (2012).

### **Germinación**

La germinación de la espora se inicia con el hinchamiento de esta, que es favorecido por una humedad alta (70% durante 14 horas); la germinación es disparada por mensajeros que generalmente son carbohidratos individuales o complejos de carbohidratos y proteínas presentes en la cutícula del insecto o artrópodo, Campos *et al.* (2010).

### **Penetración**

La penetración a la cutícula del hospedero es un paso muy delicado dentro del proceso de infección. La penetración es un fenómeno que resulta de la combinación de dos factores principales: actividad enzimática y fuerzas físicas hidrostáticas ejercidas por la hifa. El principal factor requerido para la penetración de la cutícula por todos los hongos entomopatógenos estudiados, son las enzimas hidrolíticas. Estas enzimas son de gran importancia para el patógeno, porque representan el modo de acción de los hongos entomopatógenos sobre su hospedero. Las enzimas hidrolíticas implicadas en este proceso son proteasas, quitinasas y lipasas, Vecino *et al.* (2010).

### **Crecimiento**

Una vez dentro del insecto o artrópodo, el hongo prolifera formando cuerpos hifales secundarios, que se ramifican en la procutícula conformada principalmente de fibrillas lameladas de quitina embebidas en una matriz proteínica que actúa como cubierta física protectora ante las secreciones extracelulares del patógeno, Estrada (2015). Posteriormente,

los cuerpos hifales se encuentran con la capa epidérmica y con su respectiva membrana basal y se diseminan a través del hemocele. Así, invaden diversas estructuras como tejidos musculares, cuerpos grasos, tubos de Malpighi, mitocondrias, hemocitos, retículos endoplásmicos liso y rugoso y membrana nuclear, ocasionando la muerte del insecto después de 3 a 14 días de iniciada la infección, Coello (2015).

### **Dispersión**

Una vez muerto el artrópodo, y agotados muchos de los nutrientes, el hongo inicia un crecimiento micelial secundario e invade todos los tejidos muertos del hospedero. Finalmente, las hifas penetran la cutícula desde el interior del artrópodo y emergen a la superficie, donde en condiciones ambientales apropiadas inician la formación de nuevos conidios Fernandes *et al.* (2012).

### **Antecedentes de la utilización de *B. bassiana* y *M. anisopliae* en el control biológico de la garrapata *R. (Boophilus) microplus*.**

En el control biológico de garrapatas se conoce que por lo menos seis géneros de hongos patógenos podrían ser usados en la aplicación de esquemas de Manejo Integrado de Plagas (MIP); estos incluyen a los géneros *Metarhizium*, *Beauveria*, *Paecilomyces*, *Lecanicillium*, *Rhizopus* y *Fusarium*. Se han adelantado investigaciones, con resultados experimentales promisorios, aunque falta bastante para su validación y aplicación práctica. En Brasil se evaluaron 12 aislamientos del hongo *M. anisopliae*, el aislamiento más patogénico causó un 100% de mortalidad a una concentración de  $10^7$  conidios /ml. Además, los aislamientos a partir de garrapatas infectadas probaron ser más patógenos que los cultivados en medio sintético, Espada *et al.* (2011).

En Colombia se evaluó de forma comparativa 10 aislamientos de *M. anisopliae*, *B. bassiana* y *L. lecanii* sobre teleoginas de la garrapata *R. microplus*; el mayor efecto sobre la reproducción se obtuvo con el aislamiento Mt019 de *M. anisopliae* alcanzando un 87% de inhibición a la concentración de  $10^8$  conidios/ml. Estrada (2015).

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### Ubicación del lugar de investigación

El área de estudio se desarrolló en la granja "Buena Ventura" ubicada en la provincia de Pichincha, Cantón Quito, parroquia de San José de Minas, Barrio Cubí. La parroquia se encuentra en una depresión entre el Nudo de Mojanda, las estribaciones del Cotacachi y el cañón del Guayllabamba, en la parte noroeste de la hoya. Se ubica en las coordenadas 0°7'60" N y 78°27'0" W a 1600 msnm (Fig. 3.), Google Maps (2023).

#### Figura 3

*Ubicación geográfica del desarrollo experimental de la investigación*



*Nota. Recuperado de Google Maps (2023)*

#### Materiales

#### Tabla 3

*Materiales químicos y biológicos.*

<b>Materiales de campo</b>	<b>Biológicos</b>	<b>Químicos</b>
Ficha registro de animales	<i>B. bassiana</i>	Ectosules cada 100 ml contiene
Guantes quirúrgicos	1x10 <sup>9</sup> conidias/ml	(Fipronil 0,9 ml y Abamectina
Bomba de mochila	<i>M. anisopliae</i>	0,5 ml)
Esferos	1x10 <sup>9</sup> conidias/ml	Alcohol 70 %
Cámara fotográfica Recipientes	<i>L. lecanii</i>	Tween 20
	1x10 <sup>9</sup> conidias/ml	

*Nota. Autoría propia*

## **Instalación del ensayo**

### ***Área de potreros***

La ejecución del presente estudio se realizó en una finca que consistió en aproximadamente 15 hectáreas de pastura, los forrajes principales, pasto morado, pasto elefante y alfalfa. Se contaron con toretes de 10 y 12 meses de edad, estos animales presentaron homogeneidad en cuanto al peso, del grupo (*Bos taurus*). Los potreros contaron con el mismo sistema de manejo y alimentación, en el cual cada potrero fue asignado a un tratamiento ya establecido (Figura 4).

### **Figura 4**

*Forrajes pasto elefante.*



*Nota. Autoría propia*

## **Clasificación de animales**

Para la investigación se seleccionaron 16 toretes entre 10 y 12 meses de edad con un peso aproximado de 100 kg, fueron separados en 4 grupos de 4 animales identificados con aretes, la evaluación se realizó por un periodo de 60 días. Previamente al inicio del ensayo, a todos los animales se les realizó un control interno y externo de parásitos que consistió en la aplicación de Ivermectina, complejo. Además, se realizó aplicación de las siguientes vacunas: Carunco y Aftosa (Figura 5).

## Figura 5

*Toretos 10 y 12 meses de edad.*



*Nota. Autoría propia*

## Identificación de las especies de garrapatas

Para la identificación de las especies de garrapatas, se tomaron muestras de los animales en estudio (Figura 6), se colocaron en recipientes de etanol (70 %), y fueron enviados para su identificación a la Unidad de Entomología Aplicada del Instituto de Investigación en Zoonosis-CIZ.

## Figura 6

*Toma muestras de garrapatas R. (Boophilus) microplus.*



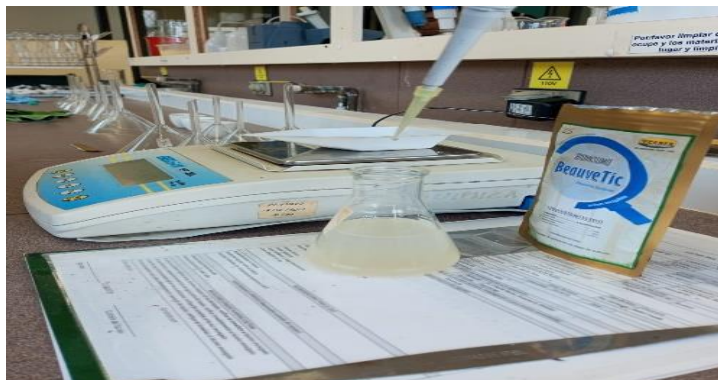
*Nota. Autoría propia*

## Entomopatógenos

Los entomopatógenos utilizados *M. anisopliae*, *B. bassiana* y *V. lecanii*, fueron adquiridos de la casa comercial Ecuaplantas, en una formulación liofilizada de 100 g. Para la preparación de la solución se mezcló, 1 g de hongo entomopatógeno y una gota Tween 20 al (1%) por cada litro de agua y se rociaron 10 litros de la mezcla sobre los 4 toretos (Figura 7).

## Figura 7

*Peso y disolución de los hongos entomopatógenos.*



*Nota. Autoría propia*

Se observó la concentración de esporas de los hongos entomopatógenos en laboratorio mediante la cámara de Neubauer (Figura 8). En un medio líquido, se agregó una gota de esta disolución entre dos placas y se observó al microscopio óptico la cantidad de esporas presentes en un campo determinado, es decir, en cada cuadrante de las cuatro esquinas y el centro, en base a la cantidad, se calcula la concentración por unidad de volumen en la solución de medio de cultivo inicial obteniendo así la concentración de los hongos.

## Figura 8

*Observación de la concentración de los hongos entomopatógenos en laboratorio mediante la cámara de Neubauer.*



*Nota. Autoría propia*

### **Evaluación carga de garrapatas inicial**

Antes de la aplicación de cada tratamiento (día 0), durante el período experimental, la carga de garrapatas se evaluó visual y manualmente (Figura 9), contabilizando el número de hembras ingurgitadas mayores de 4,5 mm, el conteo se realizó en el lado izquierdo del animal, y se multiplico por dos para obtener un número total aproximado de garrapatas Alonso-Díaz et al. (2007).

### **Figura 9**

*Evaluación visual de garrapatas*



*Nota. Autoría propia*

### **Aplicación hongos entomopatógenos**

Para aplicación de los hongos entomopatógenos, se utilizó una bomba de mochila de 15 litros plástica con una boquilla graduable de cono sólido convencional, calibrada antes de la aplicación, se direccionó la boquilla de la bomba cerca del pelo de los toretes para aplicar los hongos entomopatógenos; se utilizaron tres bombas con 10 litros de cada mezcla (Figura 10).

### **Figura 10**

*Aplicación de hongos entomopatógenos al grupo de toretes.*



*Nota. Autoría propia*

En el tratamiento químico (Ectosules) se utilizó 5 ml y se lo aplicó directamente en el lomo del animal (Fig. 11).

### Figura 11

*Aplicación de Ectosules (Fipronil 0,9 g más Abamectina 0,5 g) en el lomo del animal.*



*Nota. Autoría propia*

El primer grupo se trató con *M. anisopliae* a una concentración de  $1 \times 10^9$  conidias/ml con Tween 20 al 1%, mientras que para el grupo dos se usó *B. bassiana* a una concentración de  $1 \times 10^9$  UFC/ml con Tween 20 al 1%, al grupo 3 se trató con *L. lecanii* a una concentración de  $1 \times 10^9$  UFC/ml con Tween al 1%, por último el grupo cuatro fue el control químico para lo cual se aplicó Ectosules (Fipronil 0,9 g por ml más Abamectina 0,5 g por ml), de la formulación plus Pour on, utilizando una dosis de 5 ml sobre el lomo del animal.

### Tabla 4

*Aplicación de tratamientos a los grupos establecidos*

		<b>Tratamiento</b>
Grupo 1		<i>B. bassiana</i> concentración de $1 \times 10^9$ conidias/ml con Tween 20 al 1%, 10 litros.
Grupo 2		<i>M. anisopliae</i> concentración de $1 \times 10^9$ conidias/ml con Tween 20 al 1%, 10 litros.
Grupo 3		<i>L. lecanii</i> concentración de $1 \times 10^9$ conidias/ml con Tween 20 al 1%, 10 litros.
Grupo 4		Ectosules (100 ml Fipronil 0,9 g y Abamectina 0,5 g ) 5 ml

*Nota. Autoría propia*



Los tratamientos con entomopatógeno fueron aplicados cada 15 días (días 0, 15, 30, 45 y 60); mientras para el tratamiento con Ectosules se realizó aplicaciones (en los días 0, 15, 30 y 45); la aplicación fue por la mañana, entre las 6 a.m. y las 8 horas a.m., después a cada grupo de animales se le permitió pastorear, Alonso-Díaz *et al.* (2007).

### Conteo de garrapatas

Para mejorar el proceso de toma de datos, se realizó un álbum fotográfico de todos los animales por tratamiento con su respectiva identificación, se imprimió las fotos tomadas de cada uno de los animales se les clasificó por tratamiento y se utilizó a manera de pictograma. El conteo se realizó según el procedimiento utilizado por Domínguez *et al.* (2010). Se evaluó el número de garrapatas sobrevivientes (Figura 12), con el fin de observar la mortalidad causada por los hongos entomopatógenos *B. bassiana*, *M. anisopliae* y *V. lecanii*. Los conteos de garrapatas hembra engurgitadas post-tratamiento se registraron en los días 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 y 60, el ganado fue observado los días de aplicación del tratamiento y se inspeccionó si existían o no reacciones adversas en los animales, Alonso-Díaz *et al.* (2007).

### Figura 12

*Verificación y conteo de garrapatas R. (Boophilus) microplus.*



*Nota. Autoría propia*

## Curvas de mortalidad

Las curvas de mortalidad indicaron la cantidad de garrapatas que sobrevivieron a lo largo de un determinado periodo de tiempo con la aplicación de los tratamientos, estas fueron representadas gráficamente.

## Variables de estudio

**Número de garrapatas/unidad bovina/tratamiento:** se monitoreo la población de garrapatas presentes en cada animal a través de los conteos visuales y manuales antes de la aplicación de cada tratamiento y posteriormente también se contaron y señalaron en las impresiones fotográficas en los días 0,15,30,45 después de aplicar cada uno de los tratamientos.

## Diseño Experimental

Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente aleatorizados; los tratamientos en estudio fueron los hongos entomopatógenos (*B. bassiana*, *M. anisopliae* y *L. lecanii*) y el control químico Ectosules; por lo tanto, se tienen los cuatro tratamientos especificados (Tabla 4). El factor de bloques fue tiempo en días (0, 15, 30 y 45). Cada uno de los 16 bovinos que fueron seleccionados representaron una unidad experimental. La variable aleatoria de la respuesta experimental es el número de garrapatas que permanecen vivas en el tiempo después de aplicar el tratamiento respectivo. El modelo matemático que se utilizo es:

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

### Donde:

$Y_{ij}$  = variable de respuesta de la  $ij$ -ésima unidad experimental

$\mu$  = efecto de la media poblacional.

$T_i$  = efecto del  $i$ -ésimo tratamiento sobre la variable de respuesta  $B_j$ = efecto del  $j$ -ésimo bloque sobre la variable de respuesta

$E_{ij}$  = error experimental asociado a la  $ij$ -ésima unidad experimental

### Figura 13

*Croquis de la distribución del experimento*



*Nota. Autoría propia*

Se llevó a cabo una prueba de Tukey con un nivel de significancia de 0.05 para clasificar a los tratamientos en estudio.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSION

#### Resultados

##### Identificación de garrapatas presentes en el área de estudio

La muestra de 7 hembras de garrapatas, fueron analizadas en el CIZ por la Dra. Sandra Enríquez quien determinó que correspondían a la especie *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Tabla 5).

#### Tabla 5

*Clasificación taxonómica de las garrapatas identificadas*

Taxonomía	
Phylum:	Arthropoda
Clase:	Arachnida
Orden:	Ixodida
Familia:	Ixodidae
Genero:	Rhipicephalus
Subgénero	<i>Boophilus</i>
Especie	<i>Rhipicephalus (Boophilus) microplus</i>

*Nota.* Recuperado de Enríquez (2023).

Se observaron las siguientes estructuras morfológicas: gnathosoma, hipostoma, palpos, surco anal, capitulo, coxa I y placas adanale. Determinando que en el 100% de las muestras recolectadas en el lugar de experimentación se obtuvo la presencia de *R. (Boophilus) microplus* (Figura 14), en todas sus etapas y características con un surco anal ausente tanto en machos como en hembras, gnathostoma en machos y hembras es corto, el escudo se presenta sin adornos y la base del capítulo tiene forma hexagonal (Figura 15), (Figura 16).

**Figura 14**

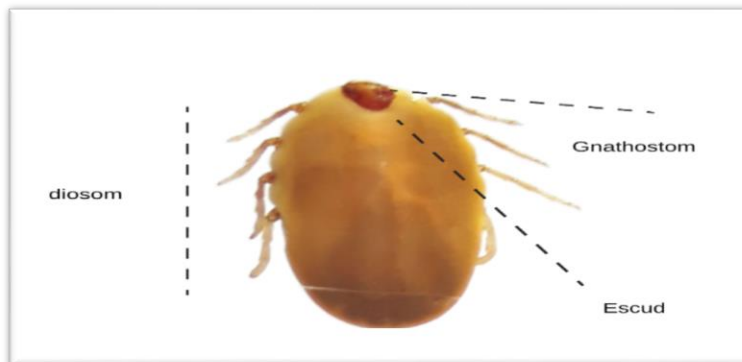
*R. (Boophilus) microplus*



*Nota.* Autoría propia

**Figura 15**

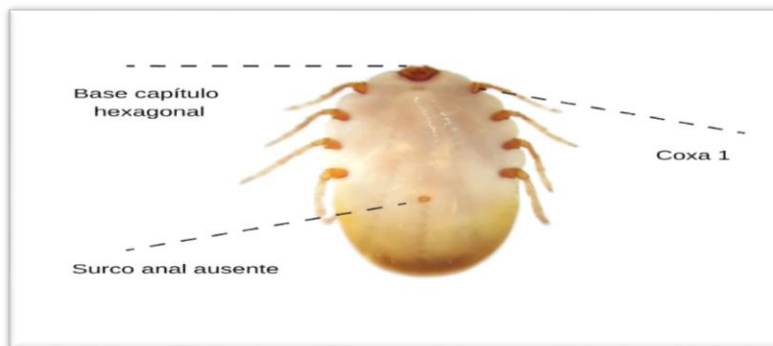
*Parte dorsal*



*Nota.* Autoría propia

**Figura 16**

*Parte ventral*



*Nota.* Autoría propia

## Análisis comparativo de los tratamientos

En el análisis de varianza ANAVA se encontraron diferencias significativas, para el número de garrapatas contadas en los toretes de engorde, bajo el efecto de tres hongos entomopatógeno y el control químico. ( $F_{3,9}=9,91; p \leq 0,05$ ) durante el tiempo establecido con 12 mediciones hasta los 60 días. Existe un efecto significativo del tiempo sobre el número de garrapatas contadas (Tabla 6).

**Tabla 6**

*Análisis de varianza para la variable número de garrapatas presentes en los toretes de engorde expuesta a 4 tratamientos.*

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	4334281,38	6	722380,23	10,01	0,0015
Tiempo	2190218,69	3	730072,90	10,12	0,0030
Tratamiento	2144062,69	3	714687,56	9,91	0,0033
Error	649198,06	9	72133,12		
<b>Total</b>	<b>4983479,44</b>	<b>15</b>			

*Nota.* Los valores de p menores de 0,05 son significativamente diferentes.

Bloque = días transcurridos de 0 a 60. Tratamientos = tres controladores biológicos y un químico. Autoría propia

**Tabla 7**

*Promedio y desviación estándar del número de garrapatas en toretes de engorde tratados con tres hongos entomopatógeno y Ectosules.*

<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
Ectosules	218,75	4	134,29	A
<i>B. bassiana</i>	478,50	4	134,29	A
<i>M. anisopliae</i>	483,50	4	134,29	A
<i>L. lecanii</i>	1202,00	4	134,29	B

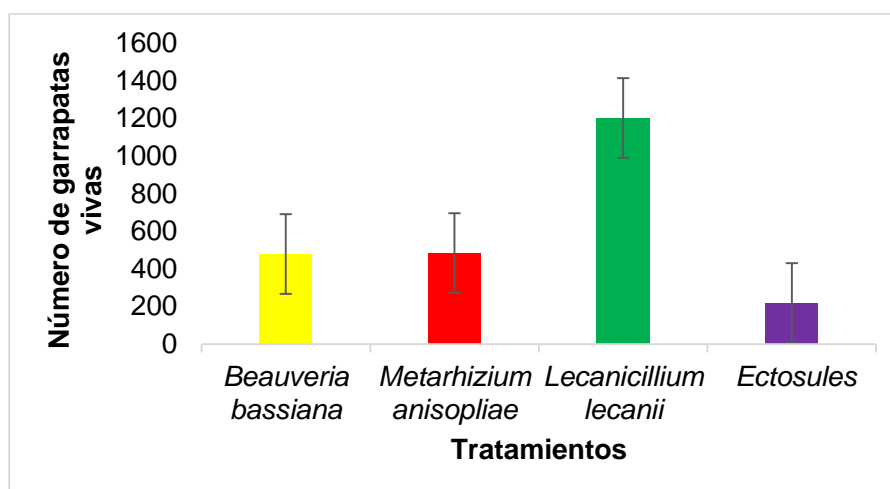
*Nota.* T1=*M. anisopliae* 10lt por cada 4 animales, T2=*B. bassiana* 10 lt por cada 4 animales, T3=*L. lecanii* 10 lt por cada 4 animales, T4=Ectosules 5

ml por cada animal. Tratamientos con letras iguales son estadísticamente similares (Tukey:  $p \leq 0,05$ ). Autoría propia

Los toretes de engorde tratados con *L. lecanii* presentaron el mayor número de garrapatas ( $1202 \pm 300,78$ ), a comparación de los toretes tratados con *B. bassiana*, *M. anisopliae* y Ectosules (Tabla 7, Figura 17).

### Figura 17

Promedio del número de garrapatas presentes en toretes de engorde por tratamiento



Nota. Existe diferencia T1: *M. anisopliae*, T2: *B. bassiana*, T4: Ectosules, T3: *L. lecanii*, no disminuyo la población de garrapatas en los toretes.

Autoría propia

### Tabla 8

Promedio y desviación estándar del número de garrapatas en toretes de engorde aplicados en diferentes tiempos

Días	Medias	n	E.E	
30	259,00	4	134,29	A
45	306,50	4	134,29	A
15	630,50	4	134,29	A
0	1186,75	4	134,29	B

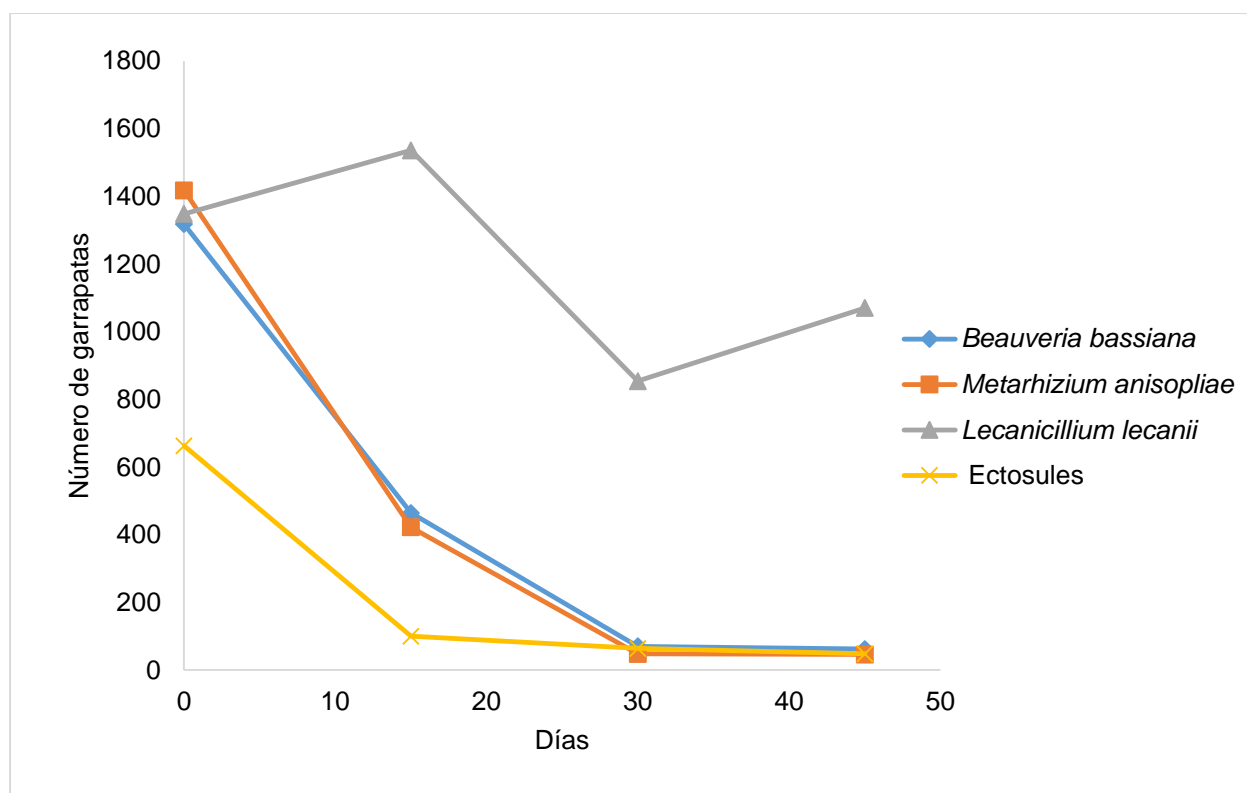
Nota. Días con letras iguales son estadísticamente similares (Tukey:

$p \leq 0,05$ ) Autoría propia

Se observó que, en los toretes de engorde tratados con los hongos entomopatógenos, el mayor número de garrapatas al iniciar el tratamiento fue disminuyendo al día 15,30,45. La aplicación de hongos entomopatógeno como *B. bassiana*, *M. anisopliae* y *L. lecanii* y control químico comenzaron a actuar significativamente sobre la población de garrapatas a partir del día 15 (Tabla 8).

### Figura 18

Curva de mortalidad de las garrapatas presentes en los bovinos, sujetos de experimentación con los hongos *B. bassiana*, *M. anisopliae* y *L. lecanii* y el control químico Ectosules.



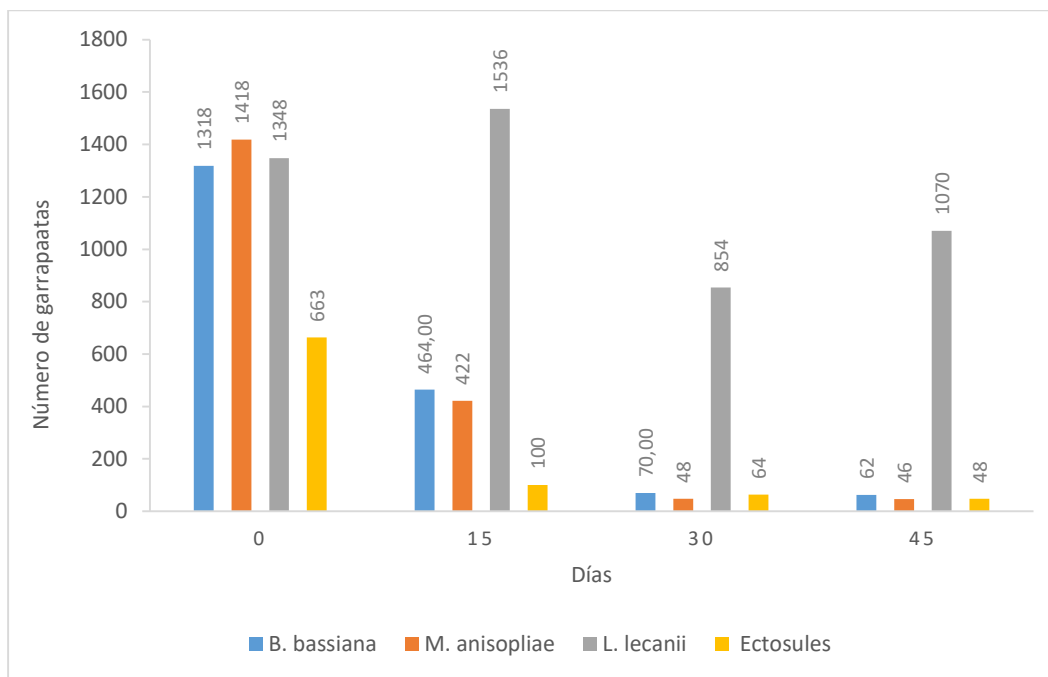
Nota. Autoría propia.

Se observó un crecimiento en la población de garrapatas en los toretes tratados con *L. lecanii* desde el día 0 hasta el día 15, a partir de ahí se nota una disminución en la población, volviendo a incrementar desde el día 30 (Figura 18). Los animales tratados con *M. anisopliae*, *B. bassiana* y Ectosules presentaron un decrecimiento significativo en la población de garrapatas desde el inicio del tratamiento hasta los 60 días (Figura 18).



## Figura 19

Efecto de los hongos entomopatógenos de, *M. anisopliae*, *B. bassiana*, *L. lecanii* y el químico Ectosules en el control de la garrapata *R. (Boophilus)microplus*, (se compara el número de garrapatas vivas antes y después de la aplicación del tratamiento).



Nota. *B. bassiana* concentración de  $1 \times 10^9$  conidias/ml con Tween 20 al 1%, 10 litros, *M. anisopliae* concentración de  $1 \times 10^9$  conidias/ml con Tween 20 al 1%, 10 litros, *L. lecanii* concentración de  $1 \times 10^9$  conidias/ml con Tween 20 al 1%, 10 litros, Ectosules (Fipronil 0,9 g más Abamectina 0,5 g) 5 ml. Se utilizó el promedio de número de garrapatas cada 15 días. Autoría propia

En el día 0, se puede observar que el número de garrapatas vivas, antes de la aplicación de los tratamientos tiene una elevada población inicial. Al día 15, *M. anisopliae*, *B. bassiana* y Ectosules, se observó una disminución de la población de garrapatas, sin embargo, *L. lecanii* no tiene una acción patogénica, con un elevado número de garrapatas. En el día 30 y 45, *L. lecanii* tiene una lenta acción patogénica no disminuye la población de garrapatas en comparación a los tratamientos *M. anisopliae*, *B. bassiana* y Ectosules disminuyo.

## Discusión

### **Identificación de la especie de garrapata presente en el área de estudio**

En Ecuador, la garrapata *R. Boophilus microplus* es el principal ectoparásito en la industria ganadera, Nari *et al.* (2000). En la investigación únicamente se identificó la presencia de *R (Boophilus) microplus*, como única especie que afecta al ganado en San José de Minas, resultados similares a Bustillos (2015) en el cantón de San Miguel de los Bancos. Además, Solórzano (2008) identificó la misma especie en Santo Domingo de los Tsáchilas; concomitante Vasco (2013) quién cita a la misma especie de garrapata en las 4 regiones del país.

Merino (2015) menciona que la población de las garrapatas está determinada por las condiciones ambientales apropiadas para su desarrollo en un país tropical. Factores como temperatura (>16°C), humedad (>70%), precipitación (600mm<sup>3</sup> /año) y altitud (1000 msnm), han hecho que la *R. Boophilus microplus*, sea una especie predominante dentro del ganado vacuno en el Ecuador.

### **Efecto de tres hongos entomopatógenos y un químico en el control de garrapatas**

En el presente estudio el control de las garrapatas engurgitadas *R. (Boophilus) microplus*, se logró determinar que existió un efecto significativo del tiempo sobre la cantidad de garrapatas, aplicando *B. bassiana*, *M. anisopliae* y *Ectosules* que disminuyeron poblaciones en comparación con *L. lecanii* que tuvo poblaciones altas. Samish & Alekseev (2001) mencionan que *B. bassiana*, *M. anisopliae*, *L. lecanii* fueron los primeros entomopatógenos en ser utilizados para el control biológico, por su habilidad para penetrar la cutícula por medios físicos y químicos que ocasionan la muerte debido a una combinación de factores como pérdida de nutrientes, obstrucción física de órganos y toxicosis.

En el tiempo de evaluación de 0, 15, 30, 45, 60 días, se observó que la carga de garrapatas fue decreciendo en los tratamientos *B. bassiana*, *M. anisopliae* y *Ectosules* a comparación con una carga alta de garrapatas con el entomopatógeno *L. lecanii*. Samish & Alekseev (2001) mencionan *M. anisopliae* uno de los hongos más utilizados en campo junto

con *B. bassiana* son el conjunto de hongos que han mostrado la mayor virulencia. Estudios sobre *R. appendiculatus*, *Amblyomma variegatum* y *R. (Boophilus) microplus* mostraron mortalidades 10-97% (dependiendo de especie y estadio de la garrapata) y disminución de la oviposición en un 48-68% Godwin *et al.* (2007).

Otros hongos como *L. lecanii* e *Isaria fumosorosea* han mostrado buenos resultados frente a larvas de *R. (Boophilus) microplus* y *Ornithodoros moubata*, aunque son lentos en su actuación, requieren alta humedad para germinar y son susceptibles a la radiación UV, Zabalgogezcoa & Pérez (2008).

El estudio que se realizó en campo durante los meses de diciembre enero y febrero, se evidenció alta presencia de garrapatas. En Bustillos (2014) señala que el factor época tuvo correlación con la carga parasitaria durante su estudio ( $r=-0.57$  y  $p\text{-valor}<0.05$ ), determinando que la precipitación influye significativamente en la infestación de garrapatas, además establece que en temporada de sequía la cantidad de garrapatas aumenta considerablemente a 34 teologinas/animal y desciende en época de invierno a 19 teologinas/animal aproximadamente.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### CONCLUSIONES

- *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* infecta y controla de manera efectiva las poblaciones de garrapatas *R. (Boophilus) microplus*, desde su primera aplicación a comparación de *Lecanicillium lecanii* que tiene una lenta acción patogénica no disminuye la población de garrapatas presentes en el ganado bovino en San José de Minas.
- Los animales tratados con *M. anisopliae*, *B. bassiana* y Ectosules presentaron un decrecimiento significativo en la población de garrapatas desde el inicio del tratamiento día 0 hasta los 60 días.
- El crecimiento en la población de garrapatas en los toretes tratados con *L. lecanii* desde el día 0 hasta el día 15, a partir de ahí se nota una disminución en la población, volviendo a incrementar desde el día 30 sin embargo *M. anisopliae*, *B. bassiana* y Ectosules su mortalidad disminuye.
- *L. lecanii* no disminuye la población de garrapatas en comparación a los tratamientos *M. anisopliae*, *B. bassiana* y Ectosules que disminuyeron las garrapatas, no tiene diferencias significativas entre estos tratamientos

#### RECOMENDACIONES

- Realizar un nuevo estudio en los meses de precipitación, analizar si los hongos entomopatógenos tendrán el mismo efecto en la población de garrapatas *R. (Boophilus) microplus*.
- El uso de hongos entomopatógenos, debería ser una estrategia de manejo sanitario en el ganado, con la finalidad de reducir la aplicación de acaricidas y los problemas de contaminación y residualidad.

- Utilizar *B. bassiana*, *M. anisopliae*, alternando los hongos entomopatógenos para evitar resistencia en garrapatas *R. (Boophilus) microplus*.

## BIBLIOGRAFÍA

- Almada, A. (2015). Parasitosis perdidas económicas directa e indirectas por parásitos internos y externos de los animales e impacto economico. *Revista Veterinaria Argentina*, 32(330), 1-94.  
[https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad\\_intoxicaciones\\_metabolicos/parasitarias/parasitarias\\_bovinos/198-perdidas-economicas.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/parasitarias/parasitarias_bovinos/198-perdidas-economicas.pdf)
- Alonso-Díaz, M. A., García, L., Galindo-Velasco, E., Lezama-Gutierrez, R., Angel-Sahagún, C. A., Rodríguez-Vivas, R. I., & Fragoso-Sánchez, H. (30 de Marzo de 2007). Eficacia de la mezcla de dos cepas de *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) para el contro de *Rhipicephalus microplus* en infestaciones naturales en bovinos. *Revista Tropical and Subtropical Agroecosistemas*, 17(1), 223-229.  
<https://www.redalyc.org/pdf/939/93931761008.pdf>
- Bautista, A., Pimentel, R., & Gómez, A. (2004). Control biológico de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* con hongos entomopatogenos. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*, 6(12), 8-30.  
<https://www.ciba.org.mx/index.php/CIBA/article/view/68/322>
- Benavidez, E., Romero, J., & Villamil, L. (2016). *Las garrapatas del ganado bovino y los agentes de enfermedad que transmiten en escenarios epidemiológicos de cambio climático*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).  
<http://repiica.iica.int/docs/B4212e/B4212e.pdf>
- Bendeck, V. (2012). *Evaluación de Beauveria bassiana y Metarhizium anisopliae para el control de Boophilus microplus en vacas del hato lechero de Zamorano* [Tesis de pregrado, Universidad Zamorano].

<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/73669fce-0cd7-4688-91fd-b460b811566d/content>

Bustillos, R. (2014). *Ecología parasitaria de la garrapata (Acari: Ixodidae) en bovinos en dos áreas geográficas del Ecuador* [ Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador].

<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/6612/1/T-UCE-0014-002.pdf>

Campos, R. A., Boldo, J. T., Pimentel, I. C., Dalfovo, V., Azevedo, J. L., Azevedo, J. L., Barros, N. M. (2010). *Endophytic and entomopathogenic strains of Beauveria sp to control the bovine tick Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. *Journal Genetics and Molecular Research*, 9(3), 1421-1430.

<https://www.funpecrp.com.br/gmr/year2010/vol9-3/pdf/gmr884.pdf>

Coello, M. A. (2015). *Caracterización e identificación de garrapatas en bovinos de 3 islas en la provincia de Galápagos* [ Tesis de pregrado, Universidad San Francisco de Quito]

<https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/4463/1/113990.pdf>

Condori, R., Ibáñez, T., Hernández, R., Ochoa, R., & Loza-Murguía, M. G. (2010). Frecuencia relativa de *Boophilus microplus* (Canestrini 1888) & *Amblyomma cajennense* (Fabricius 1787) (Acari: Ixodida) en ganado bovino, en la zona de colonización de Yucumo, Provincia Gral. José Ballivián Departamento del Beni, Bolivia. *Journal of the Selva Andina Research Society*, 1(1), 13-22.

<http://www.scielo.org.bo/pdf/jsars/v1n1/a03.pdf>

Cota, S. (2016). *Control Biológico E Integrado De La Garrapata "Hyalomma Lusitanicum" En Explotaciones Silvo-Agro- Cinegéticas De Ecosistema Mesomediterráneo* [ Tesis de Doctorado, Universidad Complutense de Madrid].

<https://core.ac.uk/download/pdf/33103547.pdf>

Dominguez, D., Rosario, R., Almazán, C., Saltijeral, J., & De la Fuente, J. (2010). *Bopphilus microplus*: Aspectos biológicos y moleculares de la resistencia a los acaricidas y su impacto en la salud animal. *Journal Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 12(1),

181-192.

<http://www.redalyc.org/pdf/939/93913070001.pdf>

Enríquez, S. (2023). *Reporte de identificación de garrapatas : Clasificación taxonomica*(Informe n°1) Sandra Enríquez,

<file:///C:/Users/DELL/Downloads/Informe%20de%20identificaci%C3%B3n%20de%20garrapatas-signed.pdf>.

Espada, N. E., Belén, C., López, G. R., Cutuli, T., & Pérez-Sánchez, L. (2011). Biocontrol de garrapatas: hongos entomopatógenos. *Revista Educa*,3(3), 22-23.

<file:///C:/Users/DELL/Downloads/344-502-1-PB.pdf>

Estrada, A. (2015). Orden Ixodida: Las Garrapatas. *Revista IDE@ - SEA*,1(5), 1-15.

<https://docplayer.es/44688524-Orden-ixodida-las-garrapatas.html>

Fernandes, É. K., Bittencourt, V. R., & Roberts, D. W. (2012). Entomopathogenic Fungi for tick Control in Cattle Livestock From Mexico. *Review frontiers in Fungal Biology*, 2(1), 1-18.

<file:///C:/Users/DELL/Downloads/ffunb-02-657694.pdf>

Fernández, J. A. (2006). *Evaluación de la eficiencia del control de garrapatas (Boophilus microplus) con tres frecuencias de aplicación de Bazam® (Beauveria bassiana)* [ Tesis de pregrado, Universidad Zamorano].

<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/2cb3bede-3e62-4982-8274-ecf5acdc2836/content>

Godwin, K., Ramesh, C., & Gebre, S. (2007). Biosciences: The potencial of neem products for control of economically - important African ticks. *Ethiopia.Magazine Biosciences,Biotechnology Research Asia*,4(1), 95-104 .

[file:///C:/Users/DELL/Downloads/BBRA\\_Vol\\_4\\_No1p\\_95-104%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/DELL/Downloads/BBRA_Vol_4_No1p_95-104%20(1).pdf)

Google Maps. (2022). *San Jose de Minas*, Google Maps.



- <https://www.google.com/maps/search/san+jose+de+minas/@0.171262,-78.4129177,17z/data=!3m1!4b1>
- Infante, D., Martínez, B., González, N., & Reyes, Y. (2009). Mecanismos de acción de *Trichoderma* frente a hongos fitopatógenos. *Revista de Protección Vegetal*, 24(1), 14-1.  
<http://www.mundonano.unam.mx/ojs/index.php/nano/article/view/49710>
- Jaramillo, E. (2020). *Identificación morfológica y clasificación de garrapatas infectantes a Equinos de las Islas Santa Cruz y San Cristóbal de Galápagos* [Tesis pregrado, Universidad San Francisco De Quito].  
<https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/9602/1/130764.pdf>
- López, E., López, G., & Orduz, S. (2009). Control de la garrapata *Boophilus microplus* con *Metarhizium anisopliae*, estudios de laboratorio y campo. *Revista Colombiana de Entomología*, 35(1), 42-46.  
<http://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v35n1/v35n1a08.pdf>
- Merino, J. (2015). *Dinámica poblacional de la garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* en ganado bovino lechero en el cantón San Miguel de los Bancos* [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador].  
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/6770/1/T-UCE-0014-034.pdf>
- Motta-Delgado, P., & Murcia-Ordoñez, B. (2014). Hongos entomopatógenos como alternativa para el control biológico de plagas. *Revista Ambiente e Agua*, 6(2), 77-90.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92819767006>
- Polanco-Echeverry, D. N., & Ríos-Osorio, L. A. (2016). Biological and ecological aspects of hard ticks, Aspectos biológicos y ecológicos de las garrapatas duras. *Corpoica Cienc Techn Agropecuaria*, 17(1), 81-95.  
<http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v17n1/v17n1a08.pdf>
- Rodríguez, I., Vivas, R., Rosado-Aguilar, A., Ojeda-Chi, M. M., Pérez-Cogollo, L., Trinidad-Martínez, I., & Bolio-González, M. E. (2014). Control integrado de garrapatas en la

- ganadería bovina. *Revista Ecosistemas y Recursos Agropecuario*.1(3), 295-308.  
<http://www.scielo.org.mx/pdf/era/v1n3/v1n3a9.pdf>
- Samish, M., & Alekseev, E. (2001). Arthropods as Predators of ticks Ixodoidea. *Journal Med Entomol*, 38(1), 1-11.  
HYPERLINK "https://doi.org/10.1603/0022-2585-38.1.1" <https://doi.org/10.1603/0022-2585-38.1.1>.
- Solórzano, K. (2008). *Elaboración y evaluación comparativa de dos compuestos inmunológicos para el control de garrapatas Boophilus microplus en bovinos bos taurus* [Tesis de pregrado, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE].  
<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2861/1/T-ESPE-%20IASA%20II-%20002022.pdf>
- Téllez-Jurado, A., Cruz, M., Mercado, Y., Torres, A. A., & Arana-Cuenca, A. (2009). *Mecanismos de acción y respuesta en la relación de hongos entomopatógenos e insectos*. *Revista Mexicana de Micología*.(30)1, 74-80.  
<http://www.scielo.org.mx/pdf/rmm/v30/v30a7.pdf>
- Tipás, J. (2020). *Evaluación del efecto acaricida de Beauveria bassiana y Metarhizium anisopliae en el control de la garrapata Rhipicephalus microplus*. [Tesis de pregrado, Universidad de Las Fuerzas Armadas ESPE].  
<http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/23153>
- Valbuena, D., & Alzate, C. (2007). *Evaluación de la patogenicidad de los Hongos entomopatógenos Beauveria bassiana (Bassi) Y Metarhizium anisopliae (Metchnikoff) en el control de la garrapata del ganado Rhipicephalus (Boophilus) microplus (Canestrini) (Acari:Ixodidae) en su fase parasítica* [Tesis de pregrado, Universidad Javeriana].  
[https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8952/Trabajo\\_de\\_grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8952/Trabajo_de_grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Vasco, K. (2013). *Estandarización de la Técnica de análisis de fusión de alta resolución para la detección de Babesia en garrapatas utilizando polimorfismos de nucleótidos* [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador].

Vázquez-Cabral, K., Quiñones-Rutiaga, O. M., Trancoso-Reyes, N., & Pensabén-Esquivel, J. M. (11 de Mayo de 2018). Evaluación sensorial y propiedades fisicoquímicas de galletas suplementadas con harina de camote (*Ipomoea Batatas L.*). *Revista Agro Productividad*, 11(7), 111-118.

<https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/924>

Vecino, J. A., Echeverri, J. A., Cárdenas, J. A., & Herrera, L. A. (2010). Distribución de garrapatas *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* en bovinos y fincas del Altiplano cundiboyacense (Colombia). *Revista Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 11(1), 73-84.

[https://doi.org/10.21930/rcta.vol11\\_num1\\_art:197](https://doi.org/10.21930/rcta.vol11_num1_art:197)

Zabalgogeoazcoa, I. A., & Pérez-Sánchez, R. (2008). *Pathogenicity of endophytic entomopathogenic fungi to Ornithodoros erraticus and Ornithodoros moubata*. *Veterinary Parasitology*.

file:///C:/Users/DELL/AppData/Local/Temp/Temp1\_ScienceDirect\_articles\_04Jul2023\_11-47-51.740.zip/A-qualitative-study-of-perceived-barriers-and-facilitators-2023\_Veterinary-.pdf