

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**Escuela Profesional de Agronomía**



**TESIS**

**Para Optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**PATOGÉNESIS DE *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii* Y *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) SOBRE EL TRIPS DE LA ROSA (*Rosa* sp.) EN CONDICIONES DE LABORATORIO**

**PRESENTADO POR**

**BACHILLER:** Carlos Jesús Núñez Altamirano

**ASESORES:** Ing. Alonso Vela Ahumada

Ing. Agr. Mg. Sc. Jhon Anthony Vergara Copacandori

**CAJAMARCA - PERÚ**

**-2024-**

# CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador: Carlos Jesús Núñez Altamirano

DNI: Nº: 42319165

Escuela Profesional/Unidad UNC: Escuela Profesional de Agronomía

2. Asesores: Ing. Alonso Vela Ahumada

3. Ing. Agr. Mg. Sc. Jhon Anthony Vergara Copacondori.

Facultad/Unidad UNC: Facultad de Ciencias Agrarias

4. Grado académico o título profesional

Bachiller     Título profesional     Segunda especialidad

Maestro     Doctor

5. Tipo de Investigación:

Tesis     Trabajo de investigación     Trabajo de suficiencia profesional

Trabajo académico

6. Título de Trabajo de Investigación: PATOGÉNESIS DE *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii* Y *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) SOBRE EL TRIPS DE LA ROSA (*Rosa* sp.) EN CONDICIONES DE LABORATORIO

7. Fecha de evaluación: 12/10/2024

8. Software antiplagio:     **TURNITIN**     **URKUND (OURIGINAL) (\*)**

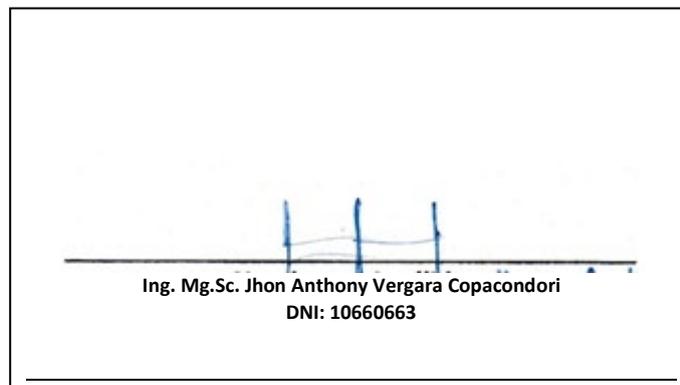
9. Porcentaje de Informe de Similitud: 6%

10. Código Documento: oid3117392207265

11. Resultado de la Evaluación de Similitud:

**APROBADO**     **PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO**

Fecha Emisión: 12/10/2024





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"  
Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
Secretaría Académica



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

En la ciudad de Cajamarca, a los diecinueve días del mes de julio del año dos mil veinticuatro, se reunieron en el ambiente **2C - 202** de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 174-2024-FCA-UNC, de fecha 18 de marzo del 2024**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la TESIS titulada: "**PATOGÉNESIS DE *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii* Y *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) SOBRE EL TRIPS DE LA ROSA (*Rosa* sp.) EN CONDICIONES DE LABORATORIO**", realizada por el Bachiller **CARLOS JESÚS NÚÑEZ ALTAMIRANO** para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las ocho horas y treinta minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de dieciocho (18); por tanto, el Bachiller queda expedito para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las nueve horas y treinta minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.

MBA. Ing. Santiago Demetrio Medina Miranda  
PRESIDENTE

Ing. M. Sc. Jesús Hipólito De La Cruz Rojas  
SECRETARIO

Ing. José Lizandro Silva Mego  
VOCAL

Ing. Alonso Vela Ahumada  
ASESOR

Ing. Mg. Sc. Jhon Anthony Vergara Copacandori  
ASESOR

## DEDICATORIA

A mi familia por su amor.  
Zoe, Carlos y mi pequeña  
Luciana, que siempre me  
regalan una sonrisa.  
Por el tiempo que tuvieron  
que sacrificar.

A las personas que amo que  
han permanecido a mi lado  
brindándome su amor y  
respaldo incondicional en  
cada momento.

## AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Cajamarca por haberme permitido formarme en ella y a los Ing. Alonso Vela Ahumada e Ing. Mg. Sc. Jhon Anthony Vergara Copacandori por su asesoramiento, para la culminación de la tesis.

## RESUMEN

La investigación fue realizada en el Laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, distrito, provincia y región de Cajamarca, con el objetivo de evaluar la patogénesis de *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill., *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) y *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) sobre el trips de la rosa (*Rosa* sp.) en condiciones de laboratorio. En condiciones de laboratorio *Beauveria bassiana* (Bals) ( $T_2 = 24 \times 10^9$  conidias) y *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) ( $T_4 = 24 \times 10^9$  conidias) fueron patogénicas para ninfas y adultos de trips, alcanzando mortalidades del 100 %. Los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* (Bals) ( $T_2 = 24 \times 10^9$  conidias) y *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) ( $T_4 = 24 \times 10^9$  conidias) fueron los que ocasionaron la mayor mortalidad (100 %) sobre trips, luego de dos días posteriores a su aplicación, superando al hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) (77 %). Las dosis óptimas de los hongos entomopatógenos fueron: *Beauveria bassiana* (Bals) ( $T_2 = 24 \times 10^9$  conidias), *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) ( $T_4 = 24 \times 10^9$  conidias) y *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) ( $T_6 = 24 \times 10^9$  conidias).

**Palabras clave:** *Trips*, entomopatógeno, *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii* y *Metarhizium anisopliae*.

## ABSTRACT

The research was carried out in the Entomology Laboratory of the Faculty of Agrarian Sciences of the National University of Cajamarca, district, province and region of Cajamarca, with the objective of evaluating the pathogenesis of *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill., *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) and *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) on rose thrips (*Rosa* sp.) under laboratory conditions. Under laboratory conditions *Beauveria bassiana* (Bals) ( $T_2 = 24 \times 10^9$  conidia) and *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) ( $T_4 = 24 \times 10^9$  conidia) were pathogenic for thrips nymphs and adults, reaching 100 % mortalities. The entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* (Bals) ( $T_2 = 24 \times 10^9$  conidia) and *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) ( $T_4 = 24 \times 10^9$  conidia) were those that caused the highest mortality (100 %) on thrips, after two days later to its application, surpassing the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) (77 %). The optimal doses of the entomopathogenic fungi were: *Beauveria bassiana* (Bals) ( $T_2 = 24 \times 10^9$  conidia), *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) ( $T_4 = 24 \times 10^9$  conidia) and *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) ( $T_6 = 24 \times 10^9$  conidia).

**Key words:** *Thrips, entomopathogen, Beauveria bassiana, Lecanicillium lecanii and Metarhizium anisopliae.*

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE ANEXOS

RESUMEN

ABSTRACT

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Antecedentes	4
2.2 Bases teóricas	6
2.2.1 <i>El Orden Thysanoptera</i>	6
a. Taxonomía	7
b. Morfología	7
b.1 <i>Huevo</i>	7
b.2 <i>Ninfa o larva</i>	8
b.3 <i>Pupa</i>	8
b.4 <i>Adulto</i>	9
b.4.1 <i>Cabeza</i>	9
b.4.2 <i>Tórax</i>	10
b.4.3 <i>Abdomen</i>	11
c. Biología	12
c.1 <i>Huevo</i>	13
c.2 <i>Ninfa</i>	13
c.3 <i>Pupa</i>	13
c.4 <i>Adulto</i>	13
d. Ecología	13
2.2.2 <i>Hongos entomopatógenos</i>	14
a. Mecanismo de acción	15
a.1 <i>Adhesión de la conidia a la cutícula del insecto</i>	15
a.2 <i>Germinación de la conidia</i>	15

<b>a.3</b>	<b><i>Penetración del integumento</i></b>	<b>15</b>
<b>a.4</b>	<b><i>Multiplicación del hongo en el hemocele</i></b>	<b>16</b>
<b>a.5</b>	<b><i>Producción de toxinas</i></b>	<b>16</b>
<b>a.6</b>	<b><i>Muerte del insecto</i></b>	<b>16</b>
<b>a.7</b>	<b><i>Colonización</i></b>	<b>17</b>
<b>a.8</b>	<b><i>Emergencia</i></b>	<b>17</b>
<b>a.9</b>	<b><i>Esporulación</i></b>	<b>17</b>
<b>a.10</b>	<b><i>Diseminación</i></b>	<b>17</b>
<b>2.2.3</b>	<b><i>Beauveria bassiana (Bals) Vuill.</i></b>	<b>18</b>
<b>a.</b>	<b>Taxonomía</b>	<b>18</b>
<b>b.</b>	<b>Morfología</b>	<b>18</b>
<b>a.3</b>	<b>Modo y mecanismo de acción</b>	<b>18</b>
<b>2.2.4</b>	<b><i>Lecanicillium lecanii (Zimm.)</i></b>	<b>19</b>
<b>a.</b>	<b>Taxonomía</b>	<b>19</b>
<b>b.</b>	<b>Morfología</b>	<b>19</b>
<b>c.</b>	<b>Modo y mecanismo de acción</b>	<b>19</b>
<b>2.2.5</b>	<b><i>Metarhizium anisopliae (Metchnikoff)</i></b>	<b>20</b>
<b>a.</b>	<b>Taxonomía</b>	<b>20</b>
<b>b.</b>	<b>Morfología</b>	<b>20</b>
<b>c.</b>	<b>Modo y mecanismo de acción</b>	<b>21</b>
<b>CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS</b>		<b>22</b>
<b>3.1</b>	<b>Ubicación</b>	<b>22</b>
<b>3.2</b>	<b>Materiales</b>	<b>24</b>
<b>3.2.1</b>	<b><i>Material biológico</i></b>	<b>24</b>
<b>3.2.2</b>	<b><i>Material de campo</i></b>	<b>24</b>
<b>3.2.3</b>	<b><i>Material y equipo de laboratorio</i></b>	<b>24</b>
<b>3.3</b>	<b>Metodología</b>	<b>27</b>
<b>3.3.1</b>	<b><i>Trabajo de campo</i></b>	<b>27</b>
<b>3.3.2</b>	<b><i>Trabajo de laboratorio</i></b>	<b>27</b>
<b>3.3.3</b>	<b><i>Trabajo de gabinete</i></b>	<b>28</b>
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>		<b>29</b>
<b>4.1</b>	<b>Tratamiento 1 (T<sub>1</sub>): <i>Beauveria bassiana</i> (Bals) (12 x 10<sup>9</sup> conidias)</b>	<b>29</b>
<b>4.2</b>	<b>Tratamiento 2 (T<sub>2</sub>): <i>Beauveria bassiana</i> (Bals) (24 x 10<sup>9</sup> conidias)</b>	<b>31</b>
<b>4.3</b>	<b>Tratamiento 3 (T<sub>3</sub>): <i>Lecanicillium lecanii</i> (Zimm.) (12 x 10<sup>9</sup> conidias)</b>	<b>33</b>

4.4	Tratamiento 4 (T <sub>4</sub> ): <i>Lecanicillium lecanii</i> (Zimm.) (24 x 10 <sup>9</sup> conidias)	34
4.5	Tratamiento 5 (T <sub>5</sub> ): <i>Metarhizium anisopliae</i> (Metchnikoff) (12 x 10 <sup>9</sup> conidias)	36
4.6	Tratamiento 6 (T <sub>6</sub> ): <i>Metarhizium anisopliae</i> (Metchnikoff) (24 x 10 <sup>9</sup> conidias)	38
4.7	Comparación entre tratamientos	39
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>		<b>43</b>
5.1	Conclusiones	43
5.2	Recomendaciones	43
<b>CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>		<b>44</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
<b>1</b>	<b><i>Tratamientos en estudio</i></b>	<b>27</b>
<b>2</b>	<b><i>Número de trips muertos</i></b>	<b>29</b>
<b>3</b>	<b><i>Número de trips muertos</i></b>	<b>31</b>
<b>4</b>	<b><i>Número de trips muertos</i></b>	<b>32</b>
<b>5</b>	<b><i>Número de trips muertos</i></b>	<b>33</b>
<b>6</b>	<b><i>Número de trips muertos</i></b>	<b>36</b>
<b>7</b>	<b><i>Número de trips muertos</i></b>	<b>38</b>
<b>8</b>	<b><i>Análisis de varianza (ANOVA) para el número de trips muertos</i></b>	<b>41</b>
<b>9</b>	<b><i>Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para los niveles del factor hongo entomopatógeno</i></b>	<b>42</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
<b>1</b>	<b><i>Ubicación del experimento</i></b>	<b>23</b>
<b>2</b>	<b><i>Distribución de los tratamientos</i></b>	<b>26</b>
<b>3</b>	<b><i>Número de trips enfermos y muertos</i></b>	<b>30</b>
<b>4</b>	<b><i>Número de trips enfermos y muertos</i></b>	<b>32</b>
<b>5</b>	<b><i>Número de trips enfermos y muertos</i></b>	<b>33</b>
<b>6</b>	<b><i>Número de trips enfermos y muertos</i></b>	<b>35</b>
<b>7</b>	<b><i>Número de trips enfermos y muertos</i></b>	<b>37</b>
<b>8</b>	<b><i>Número de trips enfermos y muertos</i></b>	<b>39</b>
<b>9</b>	<b><i>Comparación del efecto entre <i>Beauveria bassiana</i>, <i>Lecanicillium lecanii</i> y <i>Metarhizium anisopliae</i></i></b>	<b>41</b>

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

La floricultura es una actividad agrícola que genera desarrollo económico y social, especialmente en la región sierra de nuestro país; pues las diversas zonas agroecológicas permiten la producción de diversas especies y variedades de flores. Las principales flores que se comercializan en el mercado local, son la astromelia, aster, azucena, begonia, cartucho, clavel chino, clavelina, cresta de gallo, dalia, crisantemo, godethia, gypsophila, hortensia, hipericum, iris, liliium, margarita vara, wax flower, montecasino, petunia, rosa, siempreviva, statice, strelitzia, varita de San José, orquídea, lágrima de virgen, girasol de flor etc.; en tanto, para el mercado externo se cultivan, principalmente: wax, hortensia, crisantemo, clavel, rosas, gypsophila, astromelia, orquídea, statice, entre otros (MIDAGRI, 2021).

El Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI), informó que en el Perú más de 7,000 productores se dedican al cultivo de flores de corte y plantas ornamentales, los cuales se producen para satisfacer la demanda nacional y para exportación, además resaltó que el país cuenta con más de 4,000 hectáreas para el cultivo de diversas especies. Así mismo, detalló que existe producción comercial de flores en 20 de los 24 departamentos del país. Sin embargo, 5 departamentos: Junín, Ancash, Lima, Huánuco y Cajamarca, concentran el 50 % de los productores y el 57 % de la superficie cultivada con flores.

En Cajamarca, los trips son insectos que han sido escasamente estudiados, desconociéndose las especies y plantas hospedantes existentes en nuestra región, pues siendo considerados como uno de los departamentos que destaca en el manejo agronómico de rosas para exportación, aún no se le ha brindado la importancia debida a este insecto plaga que afecta la producción, transmitiendo el virus del bronceado del

tomate (TSWV, Tomato Spotted Wilt Virus), en dicho cultivo, así como, en pimiento, pompón y crisantemo.

El cultivo de rosa bajo invernadero presenta numerosos problemas fitosanitarios dificultando el proceso de producción y calidad; mediante manejo integrado de plagas y enfermedades MIPE se reduce estos problemas de manera preventiva o curativa; los folíolos, botones florales y pétalos de la rosa son atacados por los “thrips”, sus estados de desarrollo afectan los tejidos, raspan y chupan succionando las células vegetales de la planta ocasionando daños directos e indirectos.

La población de los insectos plaga puede estar regulada por la aparición frecuente de epizootias importantes, causadas por hongos. Por tal razón, estos últimos se utilizan como una herramienta de manejo de plagas, mediante el desarrollo de bioplaguicidas. En el mundo hay distribuidas más de 700 especies de hongos entomopatógenos; sin embargo, solo unos pocos se estudian en profundidad (Alatorre-Rosas, 2007).

Tomando en consideración que diversos microorganismos, tales como, los hongos han sido los agentes preponderantes dentro del control microbiológico, ya que generan enfermedades en los insectos, resaltando la facilidad de ser producidos masivamente. Sin embargo, han enfrentado grandes retos en cuanto a su eficacia, la comprensión de su dinámica y la factibilidad de su uso en los sistemas agrícolas para el control de plagas. Como todos los agentes de control biológico, requieren curiosidad, ingenio y conocimiento, para sortear los inconvenientes y desafíos con los que todo ser vivo se encuentra, con la finalidad de ser empleados en el control sanitario para la producción sustentable del cultivo de rosa.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 *Objetivo general*

Evaluar la patogénesis de *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill., *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) y *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) sobre el trips de la rosa (*Rosa* sp.) en condiciones de laboratorio.

### 1.1.2 *Objetivos específicos*

Determinar el efecto de *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill., *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) y *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) sobre el trips de la rosa (*Rosa* sp.) en condiciones de laboratorio.

Determinar la dosis óptima del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill., *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) y *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) sobre el trips de la rosa (*Rosa* sp.) en condiciones de laboratorio.

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1 Antecedentes

Fernández (2020), realizó una investigación en la empresa ROSADEX S.A., ubicada en el cantón Cayambe en la provincia de Pichincha, se evaluó el efecto de la aplicación de dos aislamientos de *Beauveria bassiana* y un aislamiento de *Metarhizium anisopliae* bajo tres dosis, para el control de trips (*Frankliniella occidentalis*) en el cultivo de rosas. El experimento se estableció bajo un diseño completamente al azar con un arreglo factorial  $2 \times 3 + 3$ , con tres observaciones por tratamiento. Las variables evaluadas fueron: cinética de crecimiento en un sistema de producción bifásica, porcentaje de mortalidad, porcentaje de botones no afectados por trips, y porcentaje de infestación. Los principales resultados indicaron que, los dos géneros (*Beauveria* y *Metarhizium*) alcanzaron estándares de producto terminado a los 19,7 días después de la inoculación (pureza 100 %, viabilidad  $\geq 90$  %, y concentración  $>107$  UFC/g). Adicionalmente, el aislamiento 1 de *B. bassiana* en las dos dosis (1 y 10 g/litro de agua), alcanzaron el mejor porcentaje de mortalidad con un 73,53 y 69,01 %, respectivamente, en comparación de *M. anisopliae* que alcanzó un porcentaje de mortalidad del 24,53 %.

Mendoza y Toledo (2019), evaluaron la eficacia de los hongos *Isaria fumosorosea*, *Beauveria bassiana* y los depredadores *Neoseiulus cucumeris* y *Orius insidiosus*, y determinaron la dosis óptima de los hongos entomopatógenos y la cantidad de depredadores para el control de trips. Se determinó la población inicial de trips antes de aplicación de los tratamientos y a los 3, 7, 10, 14, 17 y 21 días. Para el muestreo se tomó una hoja de cada tercio de la planta y se contabilizó la presencia de trips. Para ambos estudios se usó un Diseño Completo al Azar con cinco tratamientos y cinco repeticiones, cada unidad experimental constó de cuatro plantas infestadas con trips.

Se utilizó un análisis de variancia y una separación de medias con el método Duncan con un nivel de significancia  $P \leq 0.05$ . No se encontraron diferencias significativas al final del estudio entre los tratamientos para el control de adultos de *F. occidentalis*. En los dos ensayos, los mayores porcentajes de mortalidad de la población se obtuvieron con el tratamiento de 50 *N. cucumeris*/planta con un 92,17 % de control y el tratamiento de *B. bassiana*  $1 \times 10^{12}$  con un 75,84 % de control, sin embargo, no presentaron diferencias significativas a los demás tratamientos.

Flores (2012), determinó el efecto de las concentraciones de *Isaria fumosorosea* (nativo) y *Lecanicillium lecanii* sobre las ninfas de *Frankliniella parvula* (Thrips de la Flor) y *Chaetanaphothrips signipennis* (Thrips de la Mancha Roja) bajo condiciones de laboratorio y de campo. A nivel de laboratorio se trabajó con una población mixta de 120 ejemplares de *F. párvula* y *C. signipennis* las cuales fueron inoculadas con *I. fumosorosea* y *L. lecanii* a una concentración de  $8 \times 10^6$  conidias/mL. En cuanto a la aplicación a nivel de campo el trabajo fue realizado en un sector bananero ubicado en el pueblo de Querecotillo, utilizándose 4 tratamientos con tres repeticiones cada uno. Para ello las concentraciones evaluadas fueron de  $3 \times 10^{12}$ ,  $10^{11}$  y  $10^{10}$  conidias/L, pertenecientes a *I. fumosorosea*. El porcentaje de supervivencia de las ninfas de *F. parvula* y *C. signipennis* inoculadas con *I. fumosorosea* fue de 10,05 % bajo condiciones de laboratorio, mientras que para *L. lecanii* el porcentaje de supervivencia fue del 100 %. A nivel de campo se obtuvo un porcentaje de supervivencia del 0,00 % de la población de *F. párvula* y *C. signipennis* cuando fueron inoculadas a las concentraciones de  $3 \times 10^{12}$ ,  $10^{11}$  y  $10^{10}$  conidias/L, pertenecientes a *I. fumosorosea*. Es así que para la concentración de  $3 \times 10^{12}$  conidias/L fue necesario el uso de dos aplicaciones, mientras que para las concentraciones de  $10^{11}$  y  $10^{10}$  conidias/L fue necesaria una tercera aplicación.

## 2.2 Bases teóricas

### 2.2.1 *El Orden Thysanoptera*

Los “thysanópteros” son insectos cosmopolitas que se encuentran distribuidos por todo el mundo; la mayoría de las especies se encuentran en el trópico y unas pocas en las regiones árticas. Sus hábitats incluyen bosques, pastizales, desiertos, tierras cultivadas, jardines (Lewis, 1973, Mound, 2002).

El Orden Thysanoptera, se estima que comprende unas 4000 especies (Reed, 1973), cuyos integrantes se encuentran mejor asentados en las zonas tropicales, debido a que poseen un carácter polífago y florícola. Este carácter hace que sean numerosas las especies de thrips con las que se pueden encontrar asociadas en los distintos hospedantes (Ortiz, 1977).

Los tisanópteros o también conocidos como thrips, son insectos de importancia agrícola que se encuentran en la mayor parte del mundo. Se alimentan del contenido celular de las plantas dejando cicatrices en las zonas afectadas, especialmente en las flores, ocasionando de formaciones en los frutos, flores y follaje, y como resultado final la muerte de la planta. Por esta razón, varias especies son vectores de virus. Siendo importante conocer que especies se encuentran asociadas a los cultivos de rosas (Retana y Soto, 2005).

Son insectos de tamaño pequeño (0,3 - 14 mm), tienen el cuerpo alargado, cilíndrico y de coloración variable, entre negro y amarillo pálido (Goldarazena, 2015), están asociados a plantas por la frecuencia con las que se encuentra en flores o gramíneas (Mound, 2011). Polinizan gran cantidad de plantas de forma individual o en conjunto (Jiménez, 2020).

a. **Taxonomía.** Según Sánchez (2017), la clasificación taxonómica del trips es la siguiente:

Phylum	:	Arthropoda
Superclase	:	Hexapoda
Clase	:	Insecta
Orden	:	Thysanoptera

La posición, la forma y la longitud de las sedas son importantes en la clasificación. Pueden ser alargadas con sus extremos apuntados, agudos, pero también con los ápices expandidos o capitados. A veces son muy cortas, ensanchadas. En los Tubulifera y en las larvas de los Terebrantia, los ápices de las sedas principales son frecuentemente romas o expandidas. Este carácter puede enmascarse al colapsar por las técnicas de montaje, pareciendo erróneamente agudas al microscopio (Goldarazena, 2015).

b. **Morfología.**

**b.1 Huevo.** Es reniforme, blanco hialino de 200 micras de longitud, se encuentra ovipositado dentro de los tejidos vegetales (Guerrero, 2018). El tamaño recién ovipositado es de 0,27 mm de largo por 0,11 mm de ancho. La hembra pone los huevos dentro del tejido vegetal donde se lleva a cabo la incubación, al tercer día aparecen las manchas oculares de color rojo y entre el cuarto y quinto día emergen las ninfas del primer instar. El huevo es reniforme, oval, alargado, adoptando diferentes formas según las especies, de dimensiones variables entre 0,2 y 0,3 mm en el eje mayor y entre 0,1 y 0,15 mm en el eje menor (Lino et al., 1998). El método de poner huevos u ovipositar difiere entre grupos, por ejemplo, en Phlaeothripidae los huevos son depositados horizontalmente y rara vez verticalmente en la hoja u otra superficie en la que la hembra

se alimente. Los huevos son relativamente largos, justo antes de ovipositar, algunos huevos ocupan mucho espacio del abdomen de las hembras (Mound y Marullo, 1996).

**b.2 Ninfa o larva.** Es de color blanca cremosa pasa por dos estadíos, en el primero son inmóviles, en el segundo son móviles y presentan esbozos alares (Guerrero, 2018). En el periodo postembrionario hay dos estados larvales (Lewis, 1968). El primer instar larval tiene cabeza, 3 segmentos torácicos y 11 segmentos abdominales. No tienen ocelos, los ojos compuestos poseen solamente de 3 a 4 facetas y menos segmentos antenales que en el estado adulto. La cutícula de la larva es casi transparente, pero pronto aparecen algunas manchas de pigmento causadas por los alimentos. Cuando las larvas del primer instar han crecido al doble de su longitud original, se inicia el proceso de muda, los ojos se separan de la vieja córnea, las larvas toman un color gris, amarillo grisáceo o rojo en color marrón rojizo, la cutícula se divide a lo largo de la línea media dorsal y emerge el individuo del segundo instar. El éxito de la muda se puede ver a través de la vieja cutícula antes de que sea eliminada por completo. Las larvas del segundo instar son a menudo más pequeñas que las larvas del primer instar, pero durante el estadio alcanzan el tamaño de la población adulta. En ambos instares se alimentan y caminan de forma similar. Cuando la larva del segundo instar está completamente desarrollada, está lista para entrar en la fase de reposo o pupa (Lewis, 1976). La duración del desarrollo larvario es variable entre especies, la cual está influenciada por la temperatura, la humedad relativa, el fotoperiodo y la calidad y cantidad de alimento disponible (Lino et al., 1998).

**b.3 Pupa.** Es de color amarillo pálido a amarillento blanquecino (Vásquez, 2013). Antes de la pupa, existe una etapa intermedia entre la larva y la pupa o crisálida verdadera llamada prepupa (porque en los tubulíferos existe el estadio de primipupa), donde los brotes de las alas son visibles tanto en los Terebrantia como en los Tubulifera, las antenas aparecen como vainas cortas con segmentación indistinta. En el estado de

pupa, no se alimentan ni excretan, al final de la muda emerge el adulto (Lewis, 1976). Al entrar en esta etapa, pueden permanecer en el mismo lugar donde se desarrolló la larva o pueden buscar un lugar protegido dentro de la planta; puede descender o dejarse caer al suelo para penetrar en él o esconderse entre los restos vegetales para pupar (Lino et al., 1998).

#### **b.4 Adulto.**

**b.4.1 Cabeza.** De tamaño variable. Normalmente en Terebrantia la cabeza es más ancha que larga y en raras ocasiones se proyecta por delante de los ojos. En Tubulifera es más larga que ancha y las antenas suelen partir de una proyección por delante de los ojos. Los ocelos suelen estar ausentes en los adultos ápteros. Los Thripidae tienen tres pares de sedas asociadas con los ocelos: el par I se coloca delante del primer ocelo, el par II es lateral al primer ocelo y se sitúa cerca de los ojos compuestos y el par III se coloca dentro del triángulo ocelar o lateral al mismo. Los Phlaeothripidae tienen un par de sedas postoculares principales y unas pocas especies tienen sedas gruesas sobre tubérculos en las mejillas. La forma y el número de artejos antenales, así como, de los órganos sensoriales presentes en los artejos III y IV son muy importantes en todos los niveles de la clasificación. Estos sensorios son lineales en Aeolothripidae, pero tienen forma de tricoma o tenedor en Thripidae. En varios géneros de Thripidae se observa un grado variable de fusión en los últimos artejos antenales (*Dendrothrips* y *Thrips*) y en el desarrollo del número de suturas que puede variar entre especies (*Anaphothrips*). En Terebrantia los estiletes están normalmente confinados al cono bucal. En Phlaeothripidae los estiletes maxilares son normalmente mucho más largos y están profundamente retraídos hacia la cabeza y asociados con ellos están unas estructuras musculares llamadas guías maxilares. Las especies de *Haplothrips* tienen una extensión medial que sale de cada guía, llamada puente maxilar. Los estiletes maxilares de los Idolothripinae son excepcionalmente anchos permitiendo la

ingestión de esporas fúngicas en suspensión acuosa. Los palpos maxilares normalmente son bisegmentados en los Tubulifera, mientras que los Terebrantia tienen tres artejos. En los Aeolothripidae el número aumenta al contar con más divisiones (Goldarazena, 2015).

**b.4.2 Tórax.** La mayor parte de las especies son macrópteras, pero otras son micrópteras o ápteras. Incluso hay especies que exhiben dos o las tres condiciones, dependiendo de los factores ambientales. En los Terebrantia el color, la quetotaxia y la venación de las alas anteriores son muy importantes para la clasificación. En Phlaeothripidae las alas anteriores no tienen venas, pero normalmente hay tres o cuatro sedas sub-basales situadas cerca del margen anterior. Estas alas están normalmente constreñidas medialmente y presentan un número variable de cilios duplicados en el margen posterior distal. En los Terebrantia las alas anteriores presentan una vena costal y dos venas longitudinales. También tienen una o más venas cruzadas entre las principales y la superficie está cubierta por muchos microtricos. En Terebrantia la quetotaxia del pronoto es variable entre los géneros y el prosterno está poco esclerotizado. El pronoto suele ser más ancho que largo y pueden tener uno o dos pares de sedas largas posteroangulares. En Phlaeothripidae hay típicamente cinco pares de sedas principales en el pronoto, las sedas anteromarginales, las anteroangulares, las mediolaterales, las epimerales y las posteroangulares. El prosterno normalmente porta dos pares de escleritos mediales, las placas del praepectus y el probasisterno. En algunos Thripidae saltadores activos, el endoesqueleto del metatórax está muy desarrollado formando una furca. La escultura del metanoto y la posición de las sedas mediales son muy útiles para el reconocimiento de algunos géneros y especies. Los tarsos de los adultos pueden tener un segmento o dos y siempre presentan un arolio bien desarrollado. El tarso de los adultos carece de uñas. Los tarsos anteriores suelen presentar un diente en el interior del margen y en algunos Thripidae ese diente está localizado en el pretarso. En Phlaeothripidae el margen apical del tarso puede estar

prolongado en una especie de garfio llamado hamus que es ventral al pretarso (Goldarazena, 2015).

**b.4.3 Abdomen.** En Phlaeothripidae el terguito I está reducido a una pequeña placa denominada pelta y los terguitos II - VII normalmente portan dos pares de sedas sigmoideas que se utilizan para retener las alas. El par de sedas principales situadas en el margen anterior del terguito IX se denominan sedas B1, B2 y B3. En Thripidae el margen posterior del terguito VIII normalmente lleva un peine de microtricos finos ciliados o dentados. Muchas especies de trips asociados a gramíneas presentan un craspedum a modo de prolongación del margen posterior de los terguitos y esternitos. En el género *Thrips* el número de sedas presentes en los márgenes laterales del terguito II es un carácter diagnóstico. En los géneros *Thrips*, *Kakothrips* y *Frankliniella* la superficie de los terguitos V - VIII porta una fila lateral de microtricos laterales denominados ctenidia, que ayudan a anclar las alas al cuerpo. El esternito I es muy pequeño y el VIII no está desarrollado en la mayor parte de los Terebrantia, con la excepción de los Merothripidae y Melanthripinae donde está representado por un par de lóbulos posteromarginales. Las sedas marginales a veces se colocan delante del margen sobre los esternitos posteriores, aunque los Phlaeothripidae y muchos Terebrantia tienen también un número variable de sedas accesorias situadas medialmente en los esternitos V - VII. Algunos machos de especies de Phlaeothripidae tienen áreas porosas glandulares en el esternito VIII. La estructura de la genitalia de los machos es utilizada como carácter para la identificación de especies de los géneros *Haplothrips* (la zona apical esclerotizada del aedeagus) y *Odontothrips* (las espinas laterales de la endoteca del órgano copulador). El ovopositor es externo en los Terebrantia y está formado por cuatro valvas, mientras que en los Tubulifera el ovopositor está retraído hacia el interior del tubo cuando el animal está en reposo y evaginable cuando la hembra pone los huevos (Goldarazena, 2015).

c. **Biología.** La metamorfosis de los trípodos es tan particular como sus características morfológicas. Las primeras fases ninfales son similares a los adultos en la estructura de las patas y piezas bucales, y en la forma general; sus hábitos alimenticios son también los mismos que los adultos. Las dos primeras fases carecen de rudimentos alares; los rudimentos aparecen de pronto en la tercera fase como estructuras francamente grandes; en la cuarta (última) fase ninfal los rudimentos alares están muy desarrollados. Esta cuarta fase es totalmente diferente de las demás en sus hábitos. No se alimenta y permanece completamente inmóvil, con las antenas mantenidas hacia atrás sobre el dorso de la cabeza y pronoto. Ciertos trípodos tienen una quinta fase ninfal adicional. En algunas especies con esta característica, la cuarta fase ninfal penetra en el suelo y forma un capullo, en el que transcurre el quinto estado quiescente. Esta característica se parece en tantos aspectos al desarrollo holometábolo, que el estado inmóvil se llama pupa, y las dos primeras fases se llaman larvas. La forma de tercer estado, el estado activo con rudimentos alares, se denomina prepupa. En algunos grupos esta forma no está desarrollada; las larvas se transforman directamente en pupas inmóviles (Ross, 1982).

Presentan metamorfosis simple, los adultos son alados o ápteros, las cuatro alas son alargadas, estrechas con largas sedas o cilios en los bordes, la cabeza muestra en las partes bucales, el aparato bucal es de tipo picador chupador, con importantes adaptaciones según el tipo de alimentación; los adultos presentan las uñas de los tarsos muy poco desarrolladas, las antenas están compuestas por seis o nueve artejos con órganos sensoriales diferenciados. Los estadios inmaduros se parecen a los adultos, pasando por dos estadios larvarios ápteros móviles y dos o tres ninfales inactivos con esbozos alares, las especies presentan machos haploides y hembras diploides, con la mayoría de las especies arrenotocas con partenogénesis facultativa y algunas especies neotropicales son ovovivíparas (Goldarazena, 2015).

**c.1 Huevo.** Permanece en este estado 3 a 4 días cuando la temperatura y humedad son de 23 °C y 65 % (Fajardo, 2017).

**c.2 Ninfa.** Las neonatas son de color blanco hialino, tras la primera muda adquieren una coloración amarillo cerosa, luego pierde movilidad y se torna de color blanca lechosa (Fajardo, 2017).

**c.3 Pupa.** Su duración es de 3 a 5 días, los esbozos alares están más desarrollados y morfológicamente son similares a los adultos (Vásquez, 2013).

**c.4 Adulto.** La longevidad en hembras es de 10 a 30 días y 7 a 20 días en machos, su desarrollo varía en función a la temperatura (15 y 32 °C) (Fajardo, 2017).

**d. Ecología.** Los trips se desarrollan más rápido a 30° C, mientras que por encima de 35° C no hay desarrollo en absoluto. Por debajo de los 28° hay una relación casi lineal entre la temperatura y la duración del desarrollo y a 18° C el desarrollo es dos veces más largo que a 25.5° C. Poseen una gran velocidad de desarrollo, de tal manera que, a una temperatura de 25° C, el tiempo transcurrido en completar un ciclo es de 13 a 15 días. La duración de los distintos estadios del ciclo biológico del insecto es variable, dependiendo de la temperatura. La temperatura óptima de desarrollo y el óptimo biótico se sitúa entre 22 y 28°C. En estas condiciones las generaciones se solapan, pues la longevidad de las hembras es mayor que la duración del ciclo biológico. En las regiones tropicales o subtropicales cálidas el insecto se multiplica de forma constante a lo largo de todo el año. En regiones frías pasa el invierno en forma de hembra adulta (Cervantes, 2018).

### 2.2.2 Hongos entomopatógenos

Los hongos entomopatógenos inician su proceso infeccioso en los insectos hospederos cuando las esporas viables son retenidas por contacto en la superficie del integumento, mientras encuentran un espacio propicio para establecer la asociación patógeno-hospedero (Jones, 1994) y formar los túbulos germinales y a veces el apresorio, que facilitarán la invasión del hongo (Hajek, 1997; Deshpande, 1999; Milner, 2000; Asaff et al., 2002; Barranco et al., 2002).

La enfermedad producida por hongos se llama micosis (Cañedo y Ames, 2004). A pesar de la diversidad taxonómica de los hongos entomopatógenos, hay muchas similitudes en su modo básico de vida y ecología. En general el ciclo de vida de los hongos entomopatógenos comienza con la germinación de la spora y penetración en el hospedante a través de la cutícula, seguido de una rápida proliferación de las células fúngicas en el interior del insecto con resultado final de muerte. La muerte del insecto puede ir seguida de la producción de esporas infectivas para repetir inmediatamente el ciclo, la producción de esporas no móviles, o de estructuras de resistencia que requieren un período de inactividad (Albuquerque y Albuquerque, 2009).

Hasta el momento se han descrito más de 750 especies de hongos entomopatógenos y el aislamiento de nuevas cepas continúa. Dentro de los más utilizados a nivel mundial se encuentran *Metarhizium anisopliae* (33,9 %), *Beauveria bassiana* (33,9 %), *Isaria fumosorosea* (antes *Paecilomyces fumosoroseus*) (5,8 %) y *Beauveria brongniartii* (4,1 %) (De Faria y Wraight, 2007).

Los hongos entomopatógenos constituyen el grupo de mayor importancia en el control biológico de insectos plaga, encontrándose presentes en forma natural en el medio ambiente, en el suelo, en restos de cultivos, sobre los cadáveres de insectos, obteniendo su nutrición de otros organismos o de materia orgánica. Los hongos entomopatógenos más importantes utilizados en el control de insectos plaga, son *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii*, *Metarhizium anisopliae*, *Isaria fumosorosea* e

*Hirsutella thompsonii* Estos hongos pertenecen a la clase Deuteromycete, orden Moniliales, familia Moniliaceae, las cuales afectan a una serie de insectos plaga de diferentes órdenes que causan daños en cultivos de importancia económica (Gómez et al., 2014).

**a. Mecanismo de acción.** No es fácil determinar con precisión los mecanismos que intervienen en las interacciones entre los hongos entomopatógenos y los insectos. En general la mayoría de los hongos de plantas y vertebrados infectan al hospedante a través de la cutícula. El contacto entre la unidad infectiva del entomopatógeno y el insecto es indispensable para el inicio del proceso infeccioso. Las etapas en el desarrollo de la micosis son:

**a.1 Adhesión de la conidia a la cutícula del insecto.** Es el contacto de la unidad infectiva del hongo o conidia con la superficie del insecto. Las responsables de esta unión son las características físicas y químicas de las superficies tanto de la conidia como de la superficie del insecto. En algunos hongos la adhesión es un proceso no específico, mientras que en otros es un proceso específico. En este proceso participan algunas glicoproteínas que sirven como un receptor específico para las conidias. Las zonas de adhesión, son las regiones intersegmentales o zonas blandas.

**a.2 Germinación de la conidia.** Es el proceso mediante el cual, la conidia o espora sobre el integumento del insecto, germina emitiendo un tubo germinativo, formando luego un apresorio con el cual se fija en la cutícula. El tubo germinativo puede ser largo o corto y en algunos casos no llega a formarse. El tiempo de germinación dependiendo de la cepa es de 12 a 20 horas.

**a.3 Penetración del integumento.** La penetración de la cutícula del insecto, ocurre como resultado de la degradación enzimática de la cutícula y la presión mecánica

ejercida por el tubo germinativo. En este proceso participa un mecanismo físico y otro químico, el primero consiste en la presión ejercida por la estructura de penetración, la cual rompe las áreas esclerotizadas y membranosas de la cutícula. El mecanismo químico consiste en la acción enzimática, principalmente proteasas, lipasa y quitinasas, las cuales degradan el tejido de la zona de penetración, lo que facilita la penetración física. El tiempo de penetración es de 8 a 12 horas.

**a.4 Multiplicación del hongo en el hemocele.** Una vez que el hongo llega al hemocele, la hifa se ensancha y ramifica dentro del tejido del insecto, en forma de levaduras o desarrollo por gemación, produciendo formas miceliales libres y unicelulares llamados blastosporas.

**a.5 Producción de toxinas.** Los hongos producen toxinas que matan al insecto, aunque algunos hongos aparentemente no poseen toxinas y matan al insecto al consumir todos sus nutrientes. Las toxinas son sustancias de baja toxicidad para mamíferos pero muy tóxicos para artrópodos, causando la muerte del insecto debido a sus propiedades insecticidas, produciendo la degeneración de los tejidos producto de la pérdida de integridad estructural de las membranas seguido de la deshidratación de las células por pérdida de fluido, además actúan como inhibidores de las reacciones de defensa del insecto. Las toxinas producidas pueden ser enzimas, las cuales son secretadas en cantidades significativas tanto en el cuerpo del insecto como en medios de cultivo (lipasas, glicogenasas, amilasas y quitinasas), o metabolitos secundarios, cuya producción es una propiedad genética de los hongos, pudiendo ser afectada por diferentes factores como nutrientes, pH, temperatura, etc.

**a.6 Muerte del insecto.** La muerte del insecto infectado, ocurre generalmente antes de que el hongo colonice totalmente el hemocele del insecto, debido en gran parte a la acción de las toxinas. Con la muerte del insecto finaliza la fase

parasítica y se inicia la fase saprofitica. El tiempo de la muerte depende de la cepa del hongo, del hospedante y de las condiciones ambientales.

**a.7 Colonización.** Una vez muerto el insecto, el micelio invade todos los órganos y tejidos. Después de la colonización, en la mayoría de los casos los hongos producen sustancias antibacteriales que impiden la descomposición del insecto manteniéndolo como una momia, también puede presentarse el cambio de color en el cadáver del insecto. El tiempo que dura la colonización es de 3 a 8 días, dependiendo de la cepa del hongo.

**a.8 Emergencia.** Después de muerto el insecto, si las condiciones de humedad relativa ambiental son favorables, ( $\geq$  a 90 %) el hongo emerge al exterior a través de la cutícula principalmente a través de las zonas menos esclerosadas, y esporulan sobre el cadáver produciendo inóculo para infectar a otros insectos. Si las condiciones externas no son favorables, el hongo permanece en el interior del insecto, protegido por el integumento, donde puede sobrevivir por algunos meses, hasta que lleguen las condiciones favorables para su esporulación.

**a.9 Esporulación.** Cuando las hifas emergen al exterior y si las condiciones de humedad relativa son favorables, ocurre la producción de conidios o esporas en un período de 24 a 48 horas. En esta fase el insecto muerto adquiere la coloración característica del hongo involucrado.

**a.10 Diseminación.** Las conidias o esporas del hongo que son las unidades infectivas se diseminan por medio del viento, lluvia, animales, hombre, buscando nuevos hospedantes para iniciar el proceso de infección. La dispersión puede ser un proceso activo o pasivo, dependiendo de las características de la conidia y del esporangio.

### 2.2.3 *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill.

a. **Taxonomía.** Según Alexopoulos y Mims (1979), la clasificación taxonómica de *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill es la siguiente:

Reino	:	Myceteae
División	:	Amastigomycota
Subdivisión	:	Deuteromycotina
Clase	:	Hyphomycetidae
Orden	:	Moniliales
Familia	:	Moniliaceae
Género	:	<i>Beauveria</i>
Especie	:	<i>Beauveria bassiana</i> (Bals) Vuillemin

b. **Morfología.** Presenta células conidiógenas globosas a subglobosas (2 - 3 x 2,0 - 2,5  $\mu$ m) con un cuello muy corto, las estructuras conidiógenas forman grandes grupos, conidióforos apiñados formando sinnemas o grupos de conidióforos muy juntos, las conidias son hialinas y lisas, raquis en zig - zag y el desarrollo en medio de cultivo es levantado de color blanco, tomando coloraciones amarillentas en el reverso de la placa cuando tiene mucho tiempo (Castillo et al., 2011).

c. **Modo y mecanismo de acción.** Se inicia cuando el conidio se adhiere a la cutícula del insecto hospedante susceptible. El conidio germina en la superficie del cuerpo del insecto y de modo mecánico penetra el integumento a través del tubo germinativo. Durante este proceso intervienen enzimas extracelulares relacionadas con la patogénesis tales como: proteasas, lipasas, ureasas y quitinasas entre otras, que hidrolizan los componentes cuticulares. La presencia de enzimas hidrolíticas suele

facilitar cada etapa de infección del hongo y adicionalmente puede ser importante en la invasión del hemocele del insecto (Zhang et al., 2008).

#### 2.2.4 *Lecanicillium lecanii* (Zimm.)

a. **Taxonomía.** Según Alexopoulos y Mims (1979) la clasificación taxonómica de *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) es la siguiente:

Reino	:	Myceteae
División	:	Amastigomycota
Subdivisión	:	Deuteromycotina
Clase	:	Hyphomycetidae
Orden	:	Moniliales
Familia	:	Moniliaceae
Género	:	<i>Lecanicillium</i> (=Verticillium)
Especie	:	<i>Lecanicillium</i> (=Verticillium) <i>lecanii</i> (Zimm.)

b. **Morfología.** Según Gómez et al. (2011), presenta micelio tabicado, conidióforos simples o verticilados, más anchos en la base y adelgazándose hacia los extremos, en donde se encuentran los conidios agrupados en cabezuelas, rodeados de una sustancia mucilaginosa, unicelulares, hialinos, de forma cilíndricos a ovoides.

c. **Modo y mecanismo de acción.** El micelio produce una toxina llamada ciclodepsipéptido bassianolide, que se ha demostrado que mata a las larvas del gusano de seda (*Bombyx mori* L.), además produce otras toxinas como el ácido dipicolínico y el ácido oxálico. Los insectos se infectan cuando entran en contacto con las esporas del hongo que crece y luego invade el cuerpo. Los individuos infectados aparecen de color blanco a amarillento semejando partículas de algodón; las condiciones ambientales,

favorables son temperaturas de 15 a 25 °C y una humedad relativa de 85 a 90 %, por lo menos 10 a 12 horas para tener un buen desarrollo sobre el huésped (Monzón, 1992).

### 2.2.5 *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff)

a. **Taxonomía.** Según Monzón (2001) la clasificación taxonómica de *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) es la siguiente:

Reino	:	Myceteae
División	:	Amastigomycota
Subdivisión	:	Deuteromycotina
Clase	:	Hyphomycetidae
Orden	:	Moniliales
Familia	:	Moniliaceae
Género	:	<i>Metarhizium</i>
Especie	:	<i>Metarhizium anisopliae</i> (Metchnikoff)

b. **Morfología.** Presenta una colonia pegada al medio (PDA), completamente redonda, de colores oliváceo, amarillento, verdoso, marrón oscuro, dependiendo del aislamiento, con un revés incoloro a marrón, a veces verdoso citrino. Los conidióforos nacen del micelio y son irregularmente ramificados con dos o tres ramas en cada septo, mide de 4 a 14  $\mu$  de longitud x 1,5 a 2,5 de diámetro. Las fiálides son cilíndricas en forma de clava, adelgazadas en el ápice, miden de 6 a 13  $\mu$  y de 2 a 4  $\mu$  de diámetro, las conidias son unicelulares, cilíndricas y truncadas formadas en cadenas muy largas, hialinas a verde oliváceo, miden de 3,5  $\mu$  de longitud x 1,5 a 3,5  $\mu$  de diámetro (Cañedo y Ames, 2004).

c. **Modo y mecanismo de acción.** Este hongo es capaz de adherirse a la cutícula de los insectos y de entrar a su interior por las partes blandas o por vía oral. Una vez dentro del hospedero, las esporas germinan y el micelio produce toxinas que le producen la muerte al huésped en cuestión de 3 a 4 días. Los síntomas de la enfermedad en el insecto son la pérdida de sensibilidad, movimientos descoordinados y parálisis. Cuando el insecto muere queda momificado. Si las condiciones de humedad son óptimas, se inicia de nuevo el ciclo, el micelio cubre el insecto, se producen esporas, las cuales son arrastradas por el viento y las lluvias, pudiendo atacar nuevamente otro insecto (Productos Biológicos Perkins, 2016).

## **CAPÍTULO III**

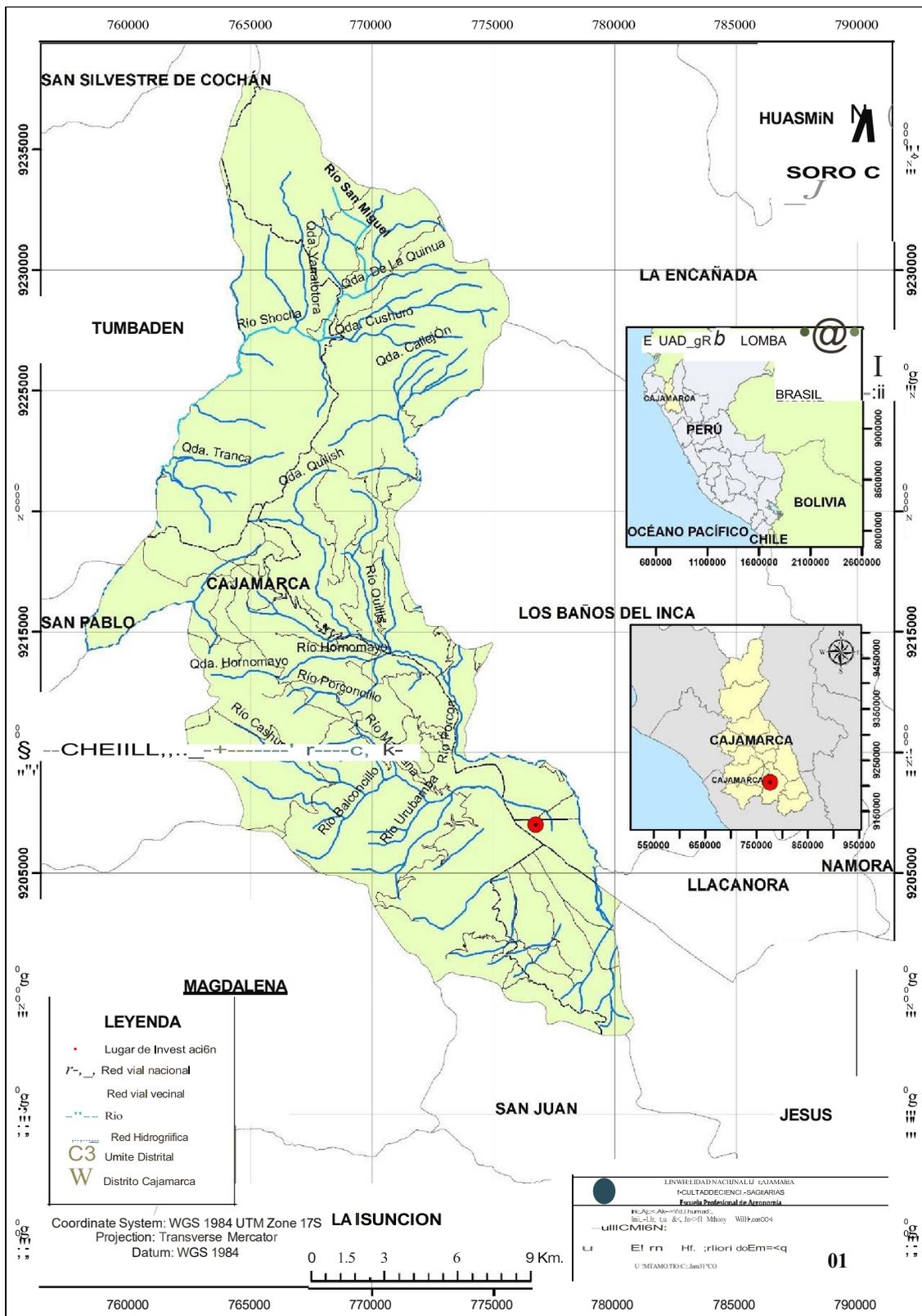
### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Ubicación**

La investigación fue realizada en el Laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, geográficamente localizado a 7° 10' 03" de latitud sur, 78° 29' 35" de longitud oeste y a una altitud de 2536 msnm.

Figura 1

Ubicación del experimento.



## **3.2 Materiales**

### **3.2.1 Material biológico**

Trips en sus diferentes estados de desarrollo (huevos, ninfas y adultos).

Conidias de *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill.

Conidias de *Lecanicillium* (= *Verticillium*) *lecanii* (Zimm.).

Conidias de *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff)

### **3.2.2 Material de campo**

Cámara fotográfica.

GPS.

Lápiz.

Libreta de apuntes.

Tablero acrílico.

Recipientes de plástico de 1 litro de capacidad.

### **3.2.3 Material y equipo de laboratorio**

Alcohol metílico al 70 %.

Computadora.

Estereoscopio.

Estereoscopio digital USB.

Etiquetas de colección.

Frascos de plástico con tapa hermética de ¼ de litro.

Marcador permanente resistente al agua.

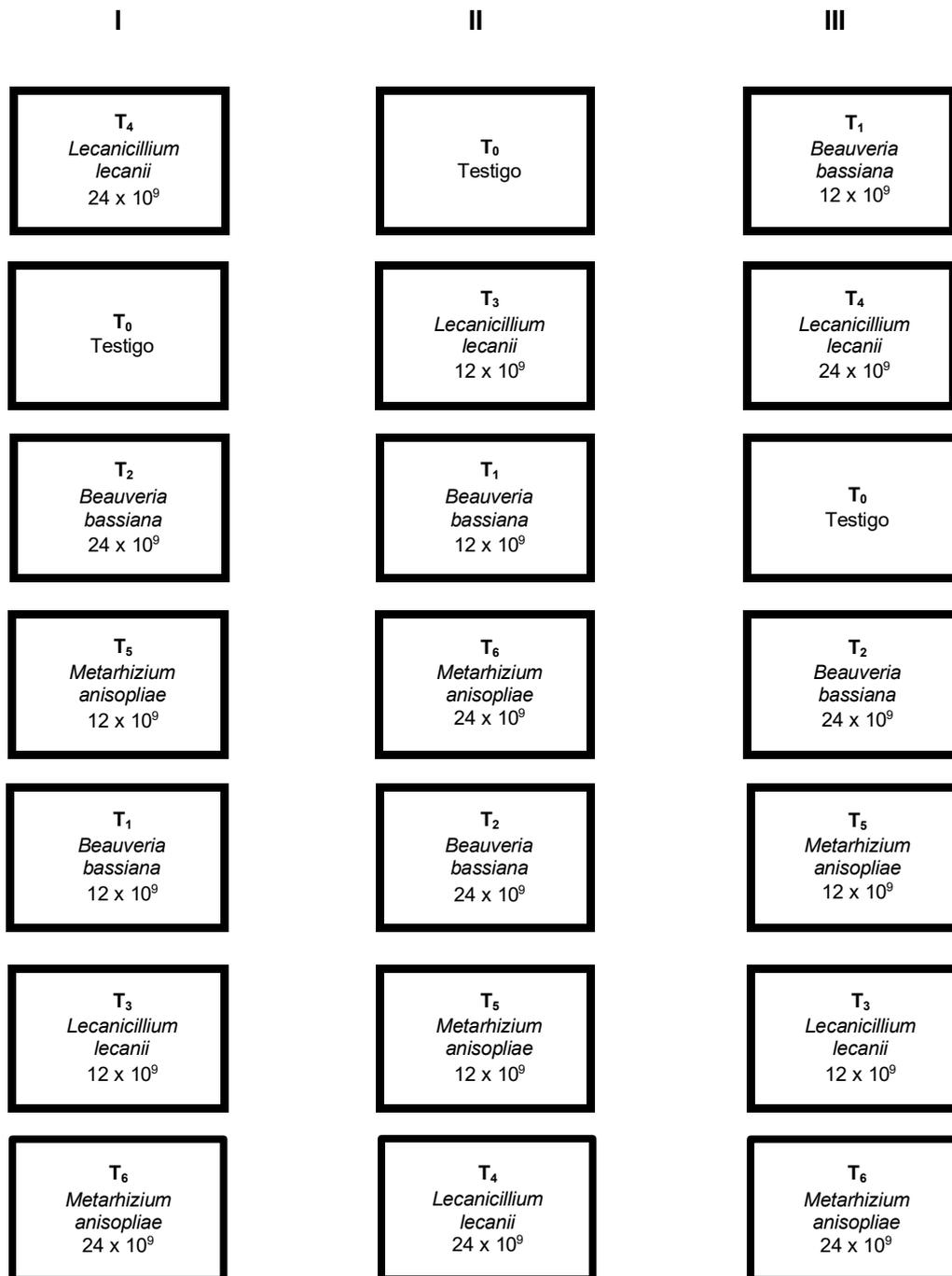
Maskingtape.

Tijeras.

Viales de vidrio.

Figura 2

Distribución de los tratamientos.



### 3.3 Metodología

#### 3.3.1 Trabajo de campo

Se realizaron colectas interdiarias de ninfas y adultos de trips presentes en los diferentes estados fenológicos del cultivo de rosa, para luego ser llevados al Laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca.

#### 3.3.2 Trabajo de laboratorio

En el Laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, las ninfas y adultos colectados durante las evaluaciones fueron desinfectados con hipoclorito de sodio al 0,5 % y luego enjuagados 3 veces con agua destilada estéril. Se prepararon dos concentraciones ( $12 \times 10^9$  y  $24 \times 10^9$ ) por cada hongo entomopatógeno empleado, las cuales fueron identificadas como T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub> y T<sub>6</sub> respectivamente, tal como, se distingue a continuación:

**Tabla 1**

*Tratamientos en estudio*

Tratamiento	Entomopatógeno	Dosis	Concentración de conidias en solución	Dosis/Litro
T <sub>0</sub>	Ninguno	-	-	-
T <sub>1</sub>	<i>Beauveria bassiana</i> (Bals)	1,6 Kg/Cil	$12 \times 10^9$	8,0 g
T <sub>2</sub>	<i>Beauveria bassiana</i> (Bals)	3,2 Kg/Cil	$24 \times 10^9$	16,0 g
T <sub>3</sub>	<i>Lecanicillium lecanii</i> (Zimm.)	1,6 Kg/Cil	$12 \times 10^9$	8,0 g
T <sub>4</sub>	<i>Lecanicillium lecanii</i> (Zimm.)	3,2 Kg/Cil	$24 \times 10^9$	16,0 g
T <sub>5</sub>	<i>Metarhizium anisopliae</i> (Metchnikoff)	1,6 Kg/Cil	$12 \times 10^9$	8,0 g
T <sub>6</sub>	<i>Metarhizium anisopliae</i> (Metchnikoff)	3,2 Kg/Cil	$24 \times 10^9$	16,0 g

Las ninfas y adultos previamente desinfectados fueron inoculados por inmersión durante 2 minutos en 10 ml de cada una de los tratamientos establecidos ( $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ,  $T_4$ ,  $T_5$  y  $T_6$ ), para luego ser colocados a razón de quince (15) individuos en placas petri de vidrio estériles de 50 ml, acondicionadas con un disco de papel filtro e identificadas según los tratamientos. En el caso del testigo, las ninfas y adultos fueron sumergidos en agua destilada estéril.

Dos veces al día y a la misma hora, se evaluó el cambio de color y ausencia de movimiento de ninfas y adultos al ser tocados con un hisopo estéril. Con la finalidad de determinar el agente microbiológico relacionado con la sintomatología, los insectos muertos fueron colocados en placas petri conteniendo papel humedecido con 5 gotas de agua estéril y mantenidas en cámara oscura hasta la emergencia del hongo.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, empleándose 5 tratamientos y 1 testigo, 15 insectos por tratamiento, con 3 repeticiones. La mortalidad total de ninfas y adultos fue expresada como porcentaje.

### **3.3.3 Trabajo de gabinete**

La información obtenida en las evaluaciones fue sistematizada y sometida a un análisis de varianza (ANOVA) y prueba de Tukey ( $P < 0.05$ ) (SAS Institute, 1989), para luego realizar la redacción del trabajo de investigación, haciendo uso de la estadística descriptiva.

## CAPÍTULO IV

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Tratamiento 1 (T<sub>1</sub>): *Beauveria bassiana* (Bals) (12 x 10<sup>9</sup> conidias)

En la Tabla 2, se observa que luego de dos y tres días posteriores a las aplicaciones de los tratamientos establecidos, fueron registrados en promedio 13 y 2 trips muertos de un total de 15 trips evaluados.

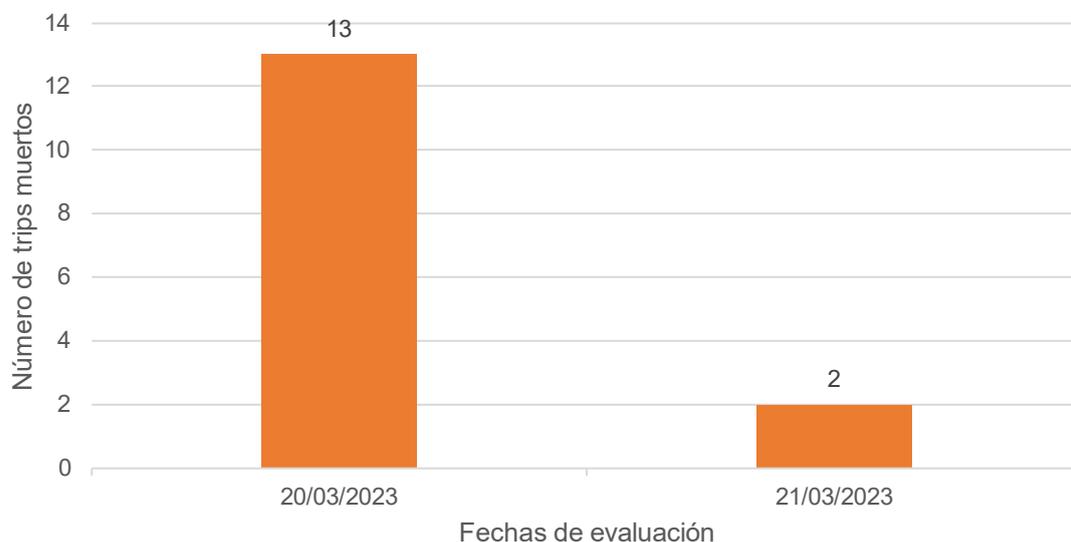
Tabla 2

*Número de trips muertos*

Fecha de aplicación	Evaluación inicial		Evaluación posterior				
	N° de trips	Fecha	2 días		3 días		
			Número de trips evaluados	Número de trips muertos	Fecha	Número de trips evaluados	Número de trips muertos
18/03/2023	15	20/03/2023	15	13	21/03/2023	2	2
<b>Promedio</b>	<b>15</b>		<b>15</b>	<b>13</b>		<b>2</b>	<b>2</b>

### Figura 3

Número de trips muertos.



En la Figura 3, se observa que, al realizar la evaluación de trips después de dos días de la aplicación del entomopatógeno (20 de marzo), se registró el mayor número (13) de trips muertos. En tanto que, luego de tres días de la aplicación del entomopatógeno (21 de marzo), se registró el menor número (2) de trips muertos.

La alta mortalidad en las fechas de evaluación 20 y 21 de marzo están relacionadas con las condiciones ambientales que influyeron en la adhesión e infección del agente microbiológico. El laboratorio de entomología presenta una temperatura que oscila entre 18 y 20 °C, lo que favorece el desarrollo de *Beauveria bassiana*. Al respecto Robert y Yendol (2001) e Iskandarov et al. (2006), mencionaron que *B. bassiana* requiere un óptimo de 20 °C de temperatura para la germinación de las esporas. Asimismo, se observó que la mortalidad de trips incrementó con el tiempo. Del mismo modo, Mousavi et al. (2017), refirieron que el valor de CL50 fue de  $1,7 \times 10^8$  conidios/ml en el séptimo día. Los valores mínimos de LT50 (2,17 días) se registraron en  $10^8$  conidios/ml. Resultados similares se encontraron en adultos de *F. occidentalis*. La tasa máxima de mortalidad (98,4 %) se registró con  $10^8$  conidios/ml.

La rápida proliferación del hongo se debe tanto al ambiente hermético como a la interacción con otros trips infectados produciendo una transmisión horizontal del entomopatógeno, al respecto Gutiérrez et al. (2019), mencionaron que la transmisión del entomopatógeno *Beauveria bassiana* estuvo relacionada con el número de hembras expuestas. Después de 11 días, un macho de *Spodoptera frugiperda* transmitió el hongo a 15 hembras sanas. Asimismo, la rápida proliferación del hongo se debió a que los conidios no estuvieron expuestos a luz solar directa, permitiendo su sobrevivencia por más tiempo. Del mismo modo, Méndez (2004) mencionó que en cuanto a la luz solar los conidios protegidos sobreviven por mucho tiempo. Según Ignoffo (1999) la vida media de los conidios de *Beauveria bassiana* es de 48 a 72 horas, bajo luz solar.

#### 4.2 Tratamiento 2 (T<sub>2</sub>): *Beauveria bassiana* (Bals) (24 x 10<sup>9</sup> conidios)

En la Tabla 3, se observa que luego de dos y tres días posteriores a las aplicaciones del tratamiento establecido, fueron registrados en promedio 15 trips muertos de un total de 15 trips evaluados.

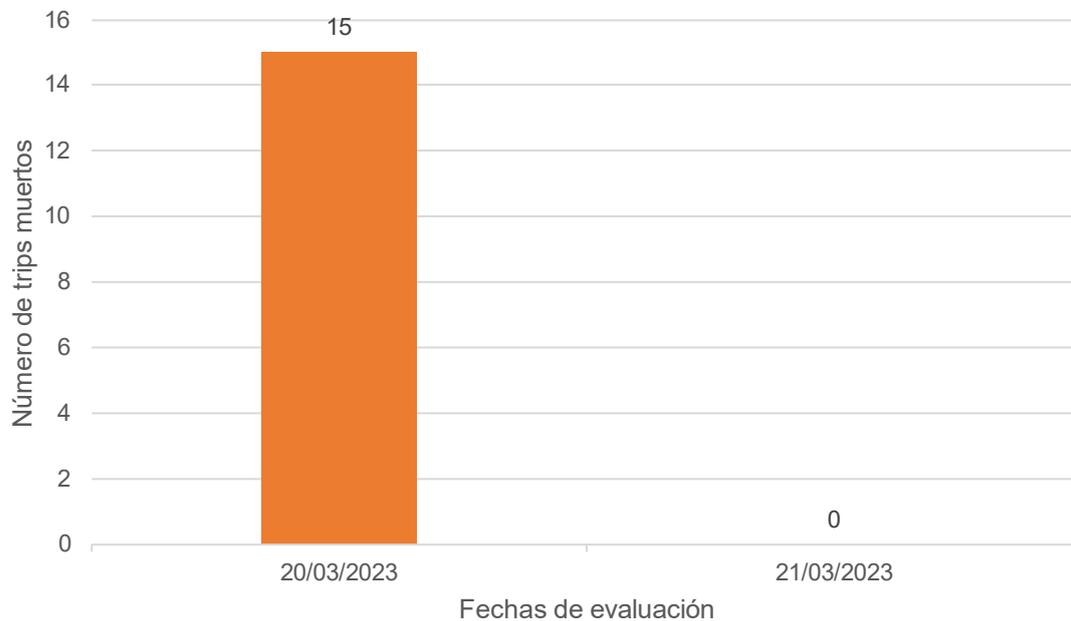
**Tabla 3**

*Número de trips muertos*

Fecha de aplicación	Evaluación inicial		Evaluación posterior				
	N° de trips	Fecha	2 días		3 días		
			Número de trips evaluados	Número de trips muertos	Fecha	Número de trips evaluados	Número de trips muertos
18/03/2023	15	20/03/2023	15	15	21/03/2023	0	0
<b>Promedio</b>	<b>15</b>		<b>15</b>	<b>15</b>		<b>0</b>	<b>0</b>

#### Figura 4

*Número de trips muertos.*



En la Figura 4, se observa que, al realizar la evaluación de trips después de dos días de la aplicación del entomopatógeno (20 de marzo), se registró el mayor número (15) de trips muertos. En tanto que, luego de tres días de la aplicación del entomopatógeno (21 de marzo), se registró el menor número (0) de trips muertos.

En la evaluación realizada el día cero no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos respecto al promedio de trips, sin embargo, al evaluar los resultados al segundo día de la primera aplicación con el hongo entomopatógeno en dosis alta, se observó la reducción total de la población de trips, excepto en el testigo. Al respecto Mendoza y Toledo (2019) mencionaron que tres días después de la primera aplicación el porcentaje de mortalidad de *F. occidentalis* adultos fue incrementando en todos los tratamientos. Trujillo et al. (2003) observó el mismo comportamiento al evaluar a *B. bassiana* para el control de trips, donde al principio del estudio obtuvo bajos porcentajes de mortalidad y a medida que pasaban los días fue incrementando.

#### 4.3 Tratamiento 3 (T<sub>3</sub>): *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) (12 x 10<sup>9</sup> conidias)

En la Tabla 4, se observa que luego de dos y tres días posteriores a las aplicaciones del tratamiento establecido, fueron registradas en promedio 15 trips muertos de un total de 15 trips evaluados.

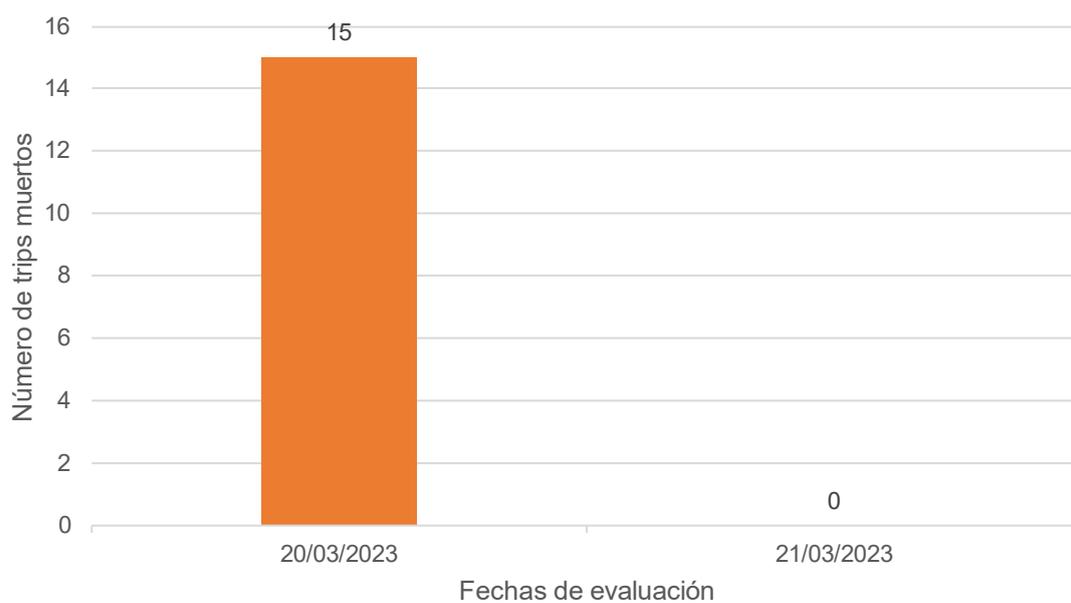
**Tabla 4**

*Número de trips muertos*

Fecha de aplicación	Evaluación inicial		Evaluación posterior				
	N° de trips	Fecha	2 días		3 días		
			Número de trips evaluados	Número de trips muertos	Fecha	Número de trips evaluados	Número de trips muertos
18/03/2023	15	20/03/2023	15	15	21/03/2023	0	0
<b>Promedio</b>	<b>15</b>		<b>15</b>	<b>15</b>		<b>0</b>	<b>0</b>

**Figura 5**

*Número de trips muertos.*



En la Figura 5, se observa que, al realizar la evaluación de trips después de dos días de la aplicación del entomopatógeno (20 de marzo), se registró el mayor número (15) de trips muertos. En tanto que, luego de tres días de la aplicación del entomopatógeno (21 de marzo), se registró el menor número (0) de trips muertos.

Al respecto Alatorre (2002), expresó que la humedad relativa es a menudo considerada el factor abiótico más importante en la epizootiología del entomopatógeno, la germinación y la esporulación del hongo depende de que la humedad relativa supere el 85 % durante los 3 primeros días luego de la aplicación. En el caso de la presente investigación la humedad relativa del laboratorio de entomología fue de 46 %.

#### 4.4 Tratamiento 4 (T<sub>4</sub>): *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) (24 x 10<sup>9</sup> conidias)

En la Tabla 5, se observa que luego de dos y tres días posteriores a las aplicaciones del tratamiento establecido, fueron registradas en promedio 13 y 2 trips muertos de un total de 15 trips evaluados.

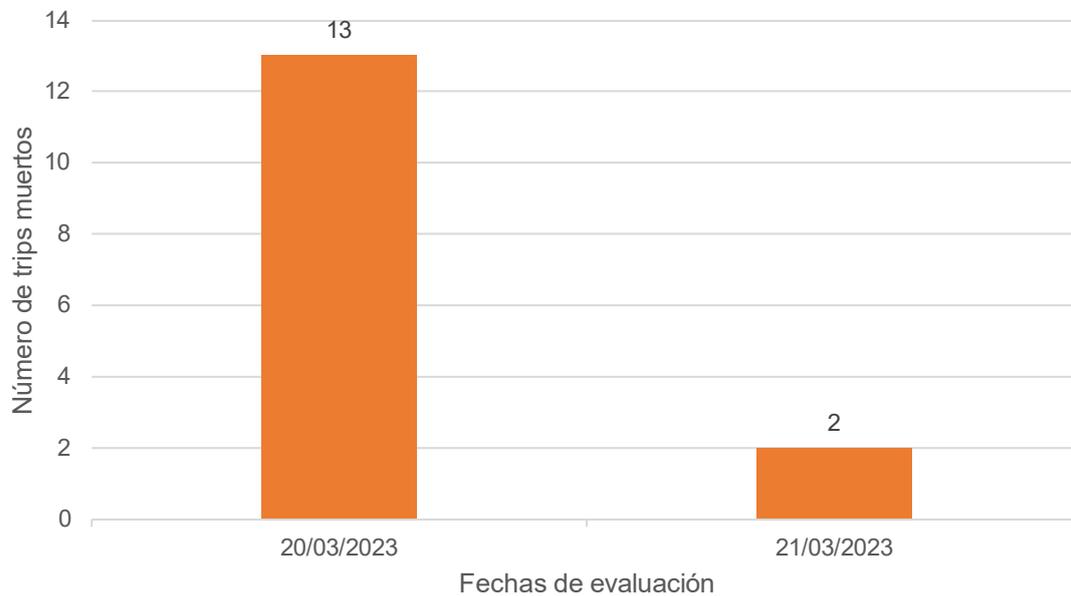
**Tabla 5**

*Número de trips muertos*

Fecha de aplicación	Evaluación inicial	Evaluación posterior					
	N° de trips	2 días			3 días		
		Fecha	Número de trips evaluados	Número de trips muertos	Fecha	Número de trips evaluados	Número de trips muertos
18/03/2023	15	20/03/2023	15	13	21/03/2023	2	2
<b>Promedio</b>	<b>15</b>		<b>15</b>	<b>13</b>		<b>2</b>	<b>2</b>

**Figura 6**

*Número de trips muertos.*



En la Figura 6, se observa que, al realizar la evaluación de trips después de dos días de la aplicación del entomopatógeno (20 de marzo), se registró el mayor número (13) de trips muertos. En tanto que, luego de tres días de la aplicación del entomopatógeno (21 de marzo), se registró el menor número (2) de trips muertos.

La alta mortalidad en las fechas de evaluación 20 y 21 de marzo están relacionadas con la dosis del entomopatógeno. Al respecto Monzón (2001), refiere que se debe considerar la dosis del entomopatógeno, por lo que, a mayor cantidad de esporas, mayor es la cantidad de hongos adheridos a la cutícula del insecto y es por ello que hay mayor cantidad de trips muertos.

#### 4.5 Tratamiento 5 (T<sub>5</sub>): *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) ( $12 \times 10^9$ conidias)

En la Tabla 6, se observa que luego de dos, tres y cuatro días posteriores a las aplicaciones del tratamiento establecido, fueron registrados en promedio 12, 2 y 1 trips muertos de un total de 15 trips evaluados.

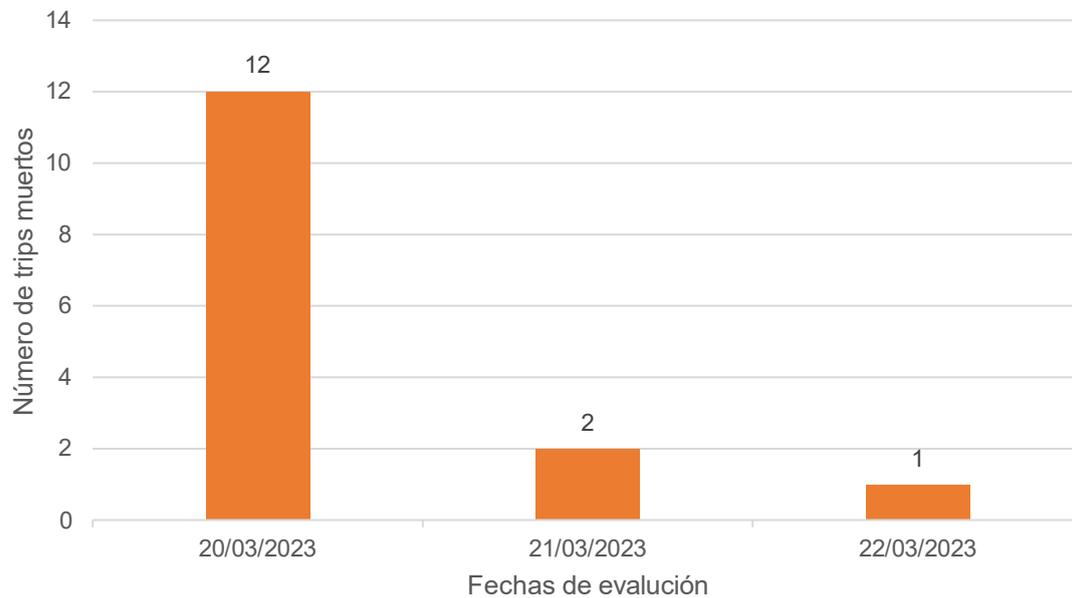
**Tabla 6**

*Número de trips muertos*

Fecha de aplicación	Evaluación inicial N° de trips	Evaluación posterior								
		2 días			3 días		4 días			
		Fecha	Número de trips evaluados	Número de trips muertos	Fecha	Número de trips evaluados	Número de trips muertos	Fecha	Número de trips evaluados	Número de trips muertos
18/03/2023	15	20/03/2023	15	12	21/03/2023	3	2	22/03/2023	1	1
<b>Promedio</b>	<b>15</b>		<b>15</b>	<b>12</b>		<b>3</b>	<b>2</b>		<b>1</b>	<b>1</b>

## Figura 7

*Número de trips muertos.*



En la Figura 7, se observa que, al realizar la evaluación de trips después de dos días de la aplicación del entomopatógeno (20 de marzo), se registró el mayor número (12) de trips muertos. En tanto que, luego de cuatro días de la aplicación del entomopatógeno (22 de marzo), se registró el menor número (1) de trips muertos.

La alta mortalidad en la fecha de evaluación 20 de marzo está relacionada con las condiciones ambientales que influyeron en la adhesión e infección del agente microbiológico. El laboratorio de entomología presenta una temperatura que oscila entre 18 y 20 °C lo que facilita el desarrollo de *Metarhizium anisopliae*. Al respecto, Iskandarov et al. (2006), mencionaron que *Metarhizium anisopliae* requiere una temperatura óptima para la germinación de las esporas de 20 a 35 °C.

#### 4.6 Tratamiento 6 (T<sub>6</sub>): *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) (24 x 10<sup>9</sup> conidias)

En la Tabla 7, se observa que luego de dos, tres y cuatro días posteriores a las aplicaciones del tratamiento establecido, fueron registrados en promedio 11, 3 y 1 trips muertos de un total de 15 trips evaluados.

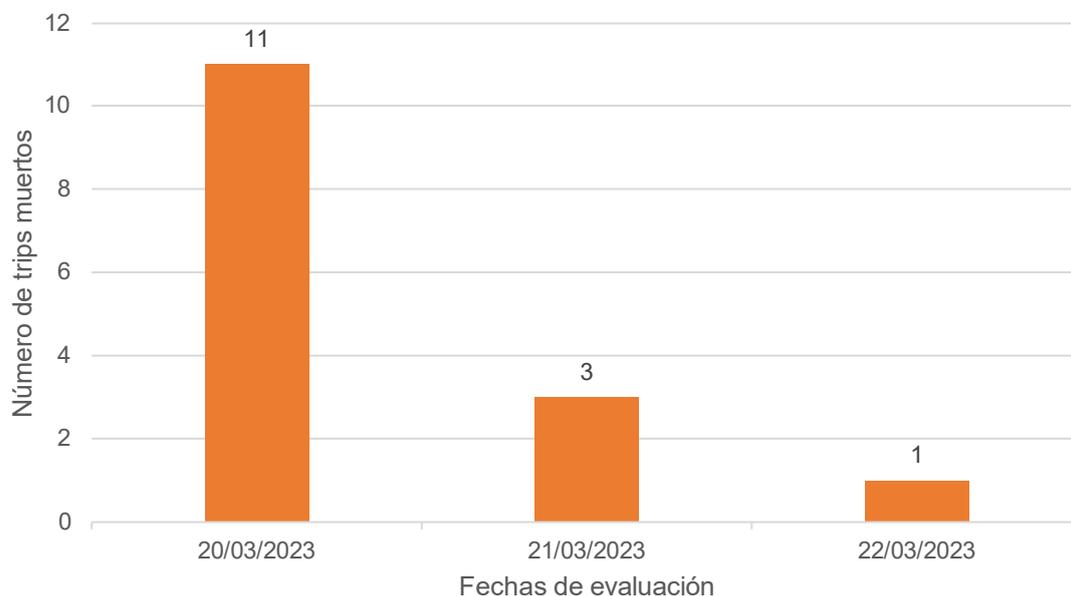
**Tabla 7**

*Número de trips enfermos y muertos*

Fecha de aplicación	Evaluación inicial		Evaluación posterior							
	N° de trips	Fecha	2 días		3 días		4 días			
			Número de trips evaluados	Número de trips muertos	Fecha	Número de trips evaluados	Número de trips muertos	Fecha	Número de trips evaluados	Número de trips muertos
18/03/2023	15	20/03/2023	15	11	21/03/2023	4	3	22/03/2023	1	1
<b>Promedio</b>	<b>15</b>		<b>15</b>	<b>11</b>		<b>4</b>	<b>3</b>		<b>1</b>	<b>1</b>

## Figura 8

Número de trips muertos.



En la Figura 8, se observa que, al realizar la evaluación de trips después de dos días de la aplicación del entomopatógeno (20 de marzo), se registró el mayor número (11) de trips muertos. En tanto que, luego de cuatro días de la aplicación del entomopatógeno (22 de marzo), se registró el menor número (1) de trips muertos.

### 4.7 Comparación entre tratamientos

En la Figura 9, se observa que, al realizar la evaluación de trips después de dos, tres y cuatro días de la aplicación del entomopatógeno los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* (Bals) ( $T_2 = 24 \times 10^9$  conidias) y *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) ( $T_4 = 24 \times 10^9$  conidias) fueron los que ocasionaron el mayor número (5) de trips muertos. Rodas (2016), mencionó que *Beauveria bassiana* y *Lecanicillium* sp. tuvieron un efecto patogénico sobre adultos de trips, pero exhibió porcentajes mayores *Lecanicillium* sp., alcanzando hasta el 100 % de mortalidad.

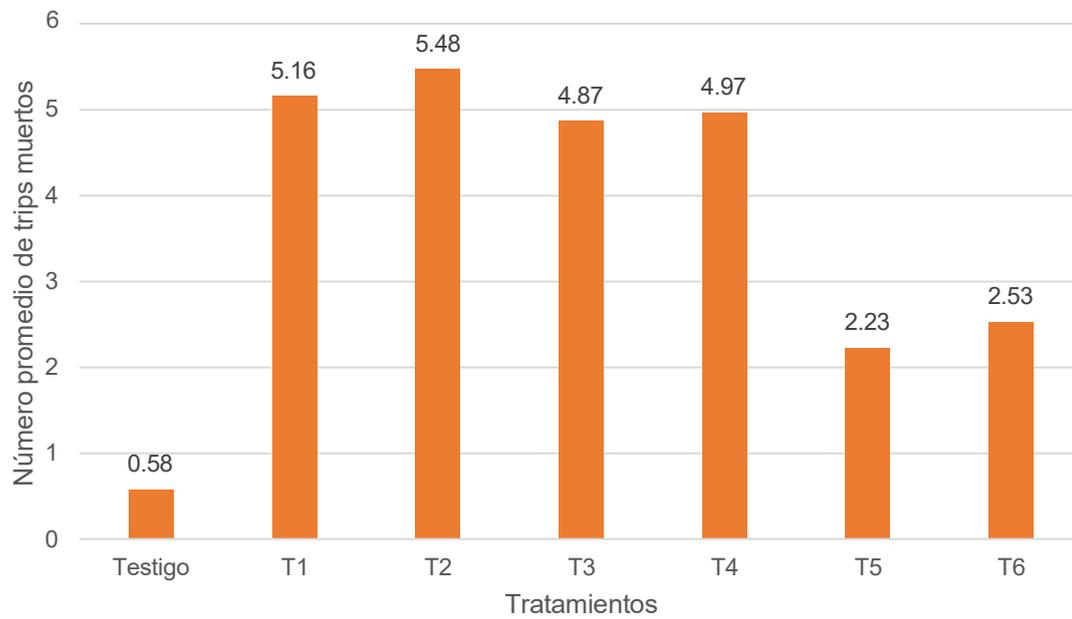
Los resultados obtenidos permiten mencionar que *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) ( $T_4 = 24 \times 10^9$  conidias) y *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) ( $T_6 = 24 \times 10^9$  conidias), causan mortandad sobre adultos de trips, evidenciándose que la mortalidad no fue directamente proporcional a la concentración de conidias, ya que hubo mayor muerte en dosis baja que en dosis alta. Al respecto Restrepo (2014), refirió que *Lecanicillium* sp. y *Metarhizium* sp. ocasionan mayor mortandad en adultos de *Frankliniella* spp. cuando es directamente proporcional a la concentración de conidias, destacándose los tratamientos de  $10^8$  conidios/ml con porcentajes de mortalidad del 100 %.

En condiciones de laboratorio las mortalidades de *Beauveria bassiana* (Bals), *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) y *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) se produjeron a los 2 días de iniciado el tratamiento. El porcentaje máximo de mortalidad (100 %) se produjo después del cuarto día. Asimismo, Abdel y Keridis (2017), indicaron que las mortalidades de *L. lecanii*, *B. bassiana* y *M. anisopliae* se produjeron a los 3 días de iniciado el tratamiento.

Los tres hongos entomopatógenos redujeron la densidad poblacional de trips y fueron diferentes al testigo, tal es así, que *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) presentó la menor eficacia contra los trips bajo condiciones de laboratorio. Por otro lado, Elizondo et al. (2019), refirieron que el mayor porcentaje de mortalidad sobre *Thrips palmi* lo alcanzó *M. anisopliae* a la dosis de  $1,7 \times 10^{13}$  conidios/ha con un porcentaje de mortalidad de hasta un 77,7 % bajo condiciones de campo.

**Figura 9**

Comparación del efecto entre *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii* y *Metarhizium anisopliae*.

**Tabla 8**

Análisis de varianza (ANOVA) para el número de trips muertos

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F Calculado	p-valor
Modelo	6.4	8	8.08	9.18	0.158
Tratamiento	6.4	6	10.77	12.24	0.158
Bloque	0.3	2	0.01	1.57	0.247
Tratamiento * Bloque	0.24	4	6.54	2.54	0.651
Error	0.11	12	0.01		
<b>Total</b>	<b>0.11</b>	<b>20</b>	<b>0.01</b>		

**CV = 12,5 %**

En la Tabla 8, se puede observar que el coeficiente de variación es de 12,5 %, lo que implica que los resultados obtenidos son homogéneos para la variable evaluada (mortalidad de trips), relacionada de manera directa con las dosis de los tratamientos, así como, con las condiciones ambientales en el laboratorio. La prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para el factor hongo (Tabla 9 y Figura 8) muestra que existe diferencia estadística entre los tratamientos. En tanto que, numéricamente se distingue que *Beauveria bassiana* (Bals) ( $24 \times 10^9$  conidias) y *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) ( $24 \times 10^9$  conidias), provocan la muerte de cinco trips en promedio.

**Tabla 9**

*Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad para los niveles del factor hongo entomopatógeno*

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T <sub>1</sub>	5.16	3	0.05 B
T <sub>2</sub>	5.48	3	0.05 A
T <sub>3</sub>	4.87	3	0.05 C
T <sub>4</sub>	4.97	3	0.05 B C
T <sub>5</sub>	2.23	3	0.05 E
T <sub>6</sub>	2.53	3	0.05 D
Testigo	0.58	3	0.05 F

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

En condiciones de laboratorio *Beauveria bassiana* (Bals) ( $T_2 = 24 \times 10^9$  conidias) y *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) ( $T_4 = 24 \times 10^9$  conidias) fueron patogénicas para ninfas y adultos de trips, alcanzando mortalidades del 100 %.

Los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* (Bals) ( $T_2 = 24 \times 10^9$  conidias) y *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) ( $T_4 = 24 \times 10^9$  conidias) fueron los que ocasionaron la mayor mortalidad (100 %) sobre trips, luego de dos días posteriores a su aplicación, superando al hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) (77 %).

Las dosis óptimas de los hongos entomopatógenos fueron: *Beauveria bassiana* (Bals) ( $T_2 = 24 \times 10^9$  conidias), *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) ( $T_4 = 24 \times 10^9$  conidias) y *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) ( $T_6 = 24 \times 10^9$  conidias).

#### 5.2 Recomendaciones

Realizar investigaciones utilizando diferentes entomopatógenos (hongos, bacterias, virus, nemátodos, etc.) en diversas especies de trips.

## CAPÍTULO VI

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdel, M.; Keridis, L. (2017). Virulencia de tres hongos entomopatógenos contra la mosca blanca, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) en cultivo de tomate. *Journal of Entomology*. 14 (4):155-159.  
<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20193090220>
- Borbon, C. (2009). Una redefinición de *Dorythrips* (Thysanoptera: Melanthripidae) con una descripción de una nueva especie de Argentina. *Zootaxa*, 2121, 17-26.
- Cárdenas, E.; Corredor, D. (1989). Biología del Trips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) sobre crisantemo *Chrysanthemum morifolium* L. bajo condiciones de laboratorio. *Agronomía Colombiana*, 6, 71-77.  
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/33833/20999-71082-1-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Elizondo, A.; Murguido, C.; Matamoros, M. (2011). Patogenicidad de los hongos *Metarhizium anisopliae* (Metschn.), *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) Zare & Gams y *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. sobre *Thrips palmi* Karny en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.). *Fitosanidad*, 15 (3), 147-151.
- Fajardo, K. (2017). *Evaluación de la práctica del soplado con pantalla en el cultivo de Limonium sinensis variedad Ever Snow para control de trips (Frankliniella occidentalis)* [Tesis de pregrado, Universidad de Cundimarca. Archivo digital.  
<http://hdl.handle.net/20.500.12558/541>

- Fernández, T. (2020). *Evaluación de la aplicación de Beauveria bassiana y Metarhizium anisopliae para el control de trips (Frankliniella occidentalis) en rosas* [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]. Archivo digital. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/21410/1/T-UCE-0004-CAG-243.pdf>
- Flores, B. (2012). *Efecto de Isaria fumosorosea (nativo) y Lecanicillium lecanii sobre las ninfas de Frankliniella parvula (Thrips de la flor) y Chaetanaphothrips signipennis (Thrips de la mancha roja) de los cultivos bananeros del Valle del Chira-Piura bajo condiciones de laboratorio y de campo* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. Archivo digital. <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/2148/Flores%20Espinoza%2c%20Benigno.pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Goldarazena, A. (2015). Clase Insecta, Orden Thysanoptera. *Ibero diversidad entomológica*, 15(52), 1-20. [http://sea-entomologia.org/IDE@/revista\\_52.pdf](http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_52.pdf)
- Guerrero, N. (2018). *Evaluación del método mecánico con capuchones para el control de trips (Frankliniella occidentalis) en el cultivo de rosa (Rosa sp.)* [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Estatal de Carchi]. Archivo digital. <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/672>
- Gutiérrez, O.; Cortez, H.; Malo, E.; Gómez, J.; Nord, R. (2019). "Caracterización fisiológica y patogénica de aislados de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* para el manejo de *Spodoptera frugiperda* adulta ", *Southwestern Entomologist* 44(2), 409-421, <https://doi.org/10.3958/059.044.0206>

- Iskandarov, U.; Guzalova, A.; Davranov, K. (2006). Efectos de la composición y temperatura del medio nutritivo sobre la germinación de conidias y la actividad entomopatógena de los hongos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*. *Appl Biochem Microbiol* 42, 72-76. <https://doi.org/10.1134/S000368380601011X>
- Jiménez, E. (2020). *Familias de insectos de Nicaragua*. Universidad Nacional Agraria. <https://repositorio.una.edu.ni/4172/1/nh10j61ed.pdf>
- Lewis, T. (1973). *Thrips: their biology, ecology and economic importance*. Academic Press.
- Mendoza, J.; Toledo, J. (2019). *El uso de agentes biológicos para el control de *Frankliniella occidentalis* (Pergande) en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.)* [Tesis de pregrado, Universidad Zamorano]. Archivo digital. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/2adf3d82-4d21-404e-b4a9-069ec24c49bb/content>
- Mound, L.; Marullo, R. (1999). Dos nuevos Thysanoptera del clado basal de California con afinidades del Viejo Mundo. *Revista de la Sociedad Entomológica de Nueva York*, 106, 81-94.
- Mound, L. (2002). Thysanoptera biodiversity in the Neotropics. *Revista de Biología Tropical*, 50(2), 477-484.
- Mound, L.; Paris, D.; Fisher, N. (2009). *World Thysanoptera*. [http://anic.ento.csiro.au/thrips/identifying\\_thrips/contributors.html](http://anic.ento.csiro.au/thrips/identifying_thrips/contributors.html)

- Mound, L. (2011). Grass-dependent Thysanoptera of the family Thripidae from Australia. *Zootaxa*, 3064(1), 1-40.
- Mousavi, E.; Naderi, D.; Kalateh, S.; Abdossi, V.; Dehghanzadeh, H. (2017). Efficacy of the Entomopathogenic Fungus, *Beauveria bassiana* against the Western Flower Thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) under Greenhouse Conditions. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*. 27(1), 17.
- Ortiz, M. (1977). El Género *Frankliniella* Karny (Thysanoptera: Thripidae) en el Perú. *Revista Peruana de Entomología*, 20(1), 49-51.
- Rastrepo, T. (2014). Aislamiento, identificación y evaluación de hongos entomopatógenos como posibles agentes de control de trips (Thysanoptera: Thripidae) asociados a cultivos de aguacate (*Persea americana* Miller). <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/54531>
- Reed, E. (1973). Thysanoptera. In: The -Insects of Australia, a textbook for students and research workers. Div. Ent. Common. Scient. a Ind. Res. Orq., Australia, 1029 p.
- Retana, A; Soto, G. (2005). Una especie nueva de tisanóptero del género *Frankliniella* (grupo cephalica; Thysanoptera: Thripidae) de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 53(2), 191-194.
- Rodas, N. (2016). Evaluación del efecto control causado por dos cepas de hongos entomopatógenos sobre poblaciones de trips (*Frankliniella occidentalis*) en plantas de crisantemo bajo condiciones de invernadero (Trabajo de Grado) Universidad de Antioquia, Medellín. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/11279>

- Ross, H. (1982). *Introducción a la Entomología General y Aplicada*. Omega.  
<https://www.mediafire.com/file/z5yz7d6bmucfj4h>
- Sánchez, J. (2017). *Nivel de incidencia de trips (Thrips simplex) en el cultivo de Gladiolo (Gladiolus communis L.) asociado con Cempoaxochiti (Tagetes spp.)* [Tesis de pregrado, Universidad Autónoma del Estado de México]. Archivo digital.  
<http://hdl.handle.net/20.500.11799/68521>
- Tree, D. (2009). Distribución discontinua de Uzelothripidae (Thysanoptera) nuevo en Australia. *Zootaxa*, 2207, 67–68. <http://www.mapress.com/zootaxa/2009/f/zt02207p068.pdf>
- Trujillo, G.; Pérez, R.; Borroto, D.; Concepción, E. (2003). Efectividad de hongos entomopatógenos y *Bacillus thuringiensis* sobre *Thrips palmi* Karny en el cultivo de pepino. Ciudad de la Habana, Cuba. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Vol. 7, no. 4. <http://www.redalyc.org/pdf/2091/209118173003.pdf>
- Tyagi, K.; Kumar, V.; Mound, L. (2008). Dimorfismo sexual entre Thysanoptera Terebrantia, con una nueva especie de Malasia y especies notables de India en Aeolothripidae y Thripidae. *Insect Systematics & Evolution*, 39 (2), 155-170.
- Vásquez, V. (2013). *Control de trips (Frankliniella occidentalis) mediante la aplicación de tres extractos botánicos en el cultivo de rosas (Rosa sp.) variedad Mohana. Cayambe, Pichincha* [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]. Archivo digital <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1104/1/T-UCE-0004-24.pdf>