

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES CARRERA DE AGROPECUARIA



### “EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS DE MANEJO DE FUNGUS GNAT (*Bradysia* sp.) EN LA ETAPA DE GERMINACIÓN DE ROSAS (*Rosa* sp.), CAYAMBE – PICHINCHA”

Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniera Agropecuaria

#### AUTORA:

Ruth Antonela Imbaquingo Churuchumbi

#### DIRECTORA:

Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD.

Ibarra, 2024

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN

CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE AGROPECUARIA

**“EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS DE MANEJO DE FUNGUS GNAT  
(*Bradysia* sp.) EN LA ETAPA DE GERMINACIÓN DE ROSAS (*Rosa* sp.),  
CAYAMBE – PICHINCHA”**

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su  
presentación como requisito parcial para obtener Título de:

**INGENIERA AGROPECUARIA**

APROBADO:

Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD.



**DIRECTOR**

FIRMA

Ing. Juan Pablo Aragón Suarez, MSc.



**MIEMBRO TRIBUNAL**

FIRMA



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## DIRECCIÓN DE BIBLIOTECA

### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	1725271553
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Imbaquingo Churuchumbi Ruth Antonela
<b>DIRECCIÓN:</b>	Olmedo – Cayambe
<b>EMAIL:</b>	<a href="mailto:raimbaquingoc@utn.edu.ec">raimbaquingoc@utn.edu.ec</a>
<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0968042338

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	<b>EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS DE MANEJO DE FUNGUS GNAT (<i>Bradysia</i> sp.) EN LA ETAPA DE GERMINACIÓN DE ROSAS (<i>Rosa</i> sp.), CAYAMBE – PICHINCHA.</b>
<b>AUTOR:</b>	Ruth Antonela Imbaquingo Churuchumbi
<b>FECHA:</b>	30 de abril del 2024
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> GRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
<b>TITULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniera Agropecuaria
<b>DIRECTORA:</b>	Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD.

### 2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 30 días del mes de abril de 2024

**EL AUTOR:**

Nombre: Ruth Antonela Imbaquingo Churuchumbi

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Manifiesto que la presente obra es original y se la desarrolló sin violar derechos de autores terceros, por lo tanto es original y que soy el titular de los derechos patrimoniales; por lo que asumo la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldré en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 30 días del mes de abril de 2024



Firma

Ruth Antonela Imbaquingo Churuchumbi

## CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Ruth Antonela Imbaquingo Churuchumbi, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 30 días del mes de abril de 2024



---

Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD.  
**DIRECTOR DE TESIS**

**CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Ibarra, 30 de abril de 2024

Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

**CERTIFICA:**

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

  
.....

Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD.

C.C.: ..1712818283

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**Guía:** FICAYA-UTN

**Fecha:** Ibarra, a los 30 días del mes de abril del 2024

**Ruth Antonela Imbaquingo Churuchumbi:** EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS DE MANEJO DE FUNGUS GNAT (*Bradysia* sp.) EN LA ETAPA DE GERMINACIÓN DE ROSAS (*Rosa* sp.), CAYAMBE – PICHINCHA

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 30 días del mes de abril del 2024, con 72 páginas.

**DIRECTOR (A):** Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD.

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar estrategias de manejo de fungus gnat (*Bradysia* sp.) en la etapa de germinación de rosas (*Rosa* sp.), Cayambe – Pichincha. Entre los objetivos específicos se encuentran:

- Comparar la calidad de plántulas de rosas (*Rosa* sp.) bajo los tratamientos en estudio.
- Determinar la dinámica poblacional de fungus gnat bajo la aplicación de los productos en estudio.
- Cuantificar la incidencia de Damping-off en plántulas de rosas bajo los tratamientos de inmersión.

Ing. Julia Karina Prado Beltrán, PhD.  
**Directora de Trabajo de Grado**

Ruth Antonela Imbaquingo Churuchumbi  
**Autor**

## **AGRADECIMIENTO**

*Por la culminación de la tesis agradezco a Dios ya que sin su bendición no habría logrado concluir con mi proyecto educativo, también a mis padres, mi hermana Ingrid y mi tía Esperanza que siempre me han brindado su apoyo incondicional.*

*A mi directora de tesis Dra. Julia Prado por la orientación y guía educativa que me brindó en el desarrollo de la tesis ya que gracias a su entendimiento me permitieron reforzar los conocimientos en el transcurso del proyecto.*

*A la empresa CONECTIFLORANDINO CIA LTDA. por su apoyo y brindarme la oportunidad de poner en práctica los conocimientos adquiridos en el aula.*

*Ruth Imbaquingo*

## **DEDICATORIA**

*El presente trabajo se la dedico a mis padres José y Olimpia quienes han sido mi mayor inspiración para nunca rendirme. Pues sin ellos no lo hubiera logrado ya que gracias a los valores que me han inculcado he logrado superar este arduo camino.*

*A mi tía Esperanza, quien nunca dudo en apoyarme y siempre me ha brindado su apoyo incondicional.*

*A mi pareja, quien ha estado a mi lado todo este tiempo para ayudarme, escucharme y en muchas ocasiones guiarme.*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	10
ÍNDICE DE TABLAS .....	14
ÍNDICE DE FIGURAS.....	14
1. RESUMEN .....	16
CAPITULO I .....	18
1.1 Antecedentes.....	18
1.2 Problema de investigación .....	21
1.3 Justificación .....	21
1.4 Objetivos.....	23
1.4.1Objetivo general.....	23
1.4.2Objetivos específicos .....	23
1.5 Hipótesis .....	23
1.5.1Hipótesis nula (Ho):.....	23
1.5.2Hipótesis alternativa (Ha): .....	23
2. CAPITULO II.....	24
2.1 Sector florícola en el Ecuador.....	24
2.2 Importancia económica del cultivo de rosas.....	24
2.3 Generalidades del cultivo de rosa .....	24
2.3.1Método de mejoramiento genético en ornamentales .....	25
2.3.2Factores que afectan la germinación de rosas.....	25
2.4 Plagas del cultivo de <i>Rosa</i> sp.....	26
2.4.1Fungus gnat ( <i>Bradysia</i> sp.) .....	26

2.4.2	Clasificación taxonómica fungus gnat ( <i>Bradysia</i> sp.).....	27
2.5	Métodos de control del fungus gnat ( <i>Bradysia</i> sp.) .....	29
2.5.1	Manejo integrado .....	29
2.5.2	Control cultural .....	30
2.5.3	Control biológico .....	31
2.5.4	Control químico .....	32
2.6	Enfermedades del cultivo de <i>Rosa</i> sp. ....	32
2.6.1	Damping-off.....	33
2.7	Métodos de control del Damping-off.....	34
2.7.1	Control biológico .....	34
2.7.2	Control químico .....	35
2.8	Marco legal .....	35
3.	CAPITULO III.....	37
3.1	Descripción del área de estudio .....	37
3.2	Materiales.....	38
3.2.1	Materiales y equipos .....	38
3.3	Métodos.....	38
3.3.1	Factores en estudio.....	38
3.3.2	Diseño experimental .....	39
3.3.3	Características del área experimental.....	39
3.3.4	Características de la unidad experimental.....	40
3.4	Análisis estadístico.....	41
3.5	Variables evaluadas .....	41

3.5.1	Días a la aparición de la plúmula.....	41
3.5.2	Longitud del hipocótilo.....	41
3.5.3	Número de hojas.....	42
3.5.4	Dinámica poblacional.....	42
3.5.5	Incidencia de la enfermedad (Damping-off).....	44
3.5.6	% de sobrevivencia.....	44
3.6	Manejo del experimento.....	45
3.6.1	Semillas.....	45
3.6.2	Extracción de embriones.....	46
3.6.3	Desinfección de sustrato.....	46
3.6.4	Siembra de embriones.....	47
3.6.5	Distribución de bandejas en el invernadero.....	48
3.6.6	Aplicación Imidacloprid más Bifenthrin.....	49
3.6.7	Aplicación de Cypermethrin.....	49
3.6.8	Aplicación de hongos entomopatógenos.....	49
3.6.9	Aplicación de fosfito potásico.....	49
3.6.10	Monitoreo de fungus gnat (Bradysia sp.).....	50
4.	CAPÍTULO IV.....	51
	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	51
4.1	Días a la aparición de la plúmula.....	51
4.2	Longitud del hipocótilo.....	52
4.3	Número de hojas verdaderas.....	53
4.4	Dinámica poblacional.....	56

4.4.1Larvas de fungus gnat (Bradysia sp.).....	56
4.4.2Dinámica poblacional de entomofauna en trampas cromáticas .....	57
4.5 Incidencia de la enfermedad (Damping-off).....	61
4.6 Sobrevivencia.....	63
5. CAPÍTULO V .....	64
5.1 CONCLUSIONES .....	64
5.2 RECOMENDACIONES.....	64

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Plagas presentes en la propagación de Rosa sp.</i> .....	26
<b>Tabla 2</b> <i>Materiales y Equipos</i> .....	38
<b>Tabla 3</b> <i>Descripción de los niveles evaluados</i> .....	39
<b>Tabla 4</b> <i>Análisis de varianza para la variable aparición de plúmula</i> .....	51
<b>Tabla 5</b> <i>Análisis de varianza para la variable altura de la planta</i> .....	52
<b>Tabla 6</b> <i>Análisis de varianza para la variable número de hojas verdaderas</i> .....	54
<b>Tabla 7</b> <i>Análisis de varianza para la variable población de fungus gnat (Bradysia sp.)</i> 57	

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Ciclo biológico de la mosca del hongo “fungus gnat” (Bradysia sp.)</i> .....	28
<b>Figura 2</b> <i>Localización del área de estudio</i> .....	37
<b>Figura 3</b> <i>Área del experimento con un diseño en bloques completamente al azar</i> .....	40
<b>Figura 4</b> <i>Características de la unidad experimental</i> .....	40
<b>Figura 5</b> <i>Días a la aparición de la plúmula en plántulas de rosas</i> .....	41
<b>Figura 6</b> <i>Longitud del hipocótilo de la plántula de rosa</i> .....	42
<b>Figura 7</b> <i>Número de hojas verdaderas en plántulas de rosas</i> .....	42
<b>Figura 8</b> <i>Dinámica poblacional fungus gnat en estadio adulto</i> .....	43
<b>Figura 9</b> <i>Larvas de fungus gnat</i> .....	43
<b>Figura 10</b> <i>Damping-off en plántulas de rosas</i> .....	44
<b>Figura 11</b> <i>Porcentaje de sobrevivencia de las plántulas de rosas</i> .....	45
<b>Figura 12</b> <i>Semillas de rosas (Rosa sp.)</i> .....	45
<b>Figura 13</b> <i>Proceso de extracción de embriones de la semilla de rosas</i> .....	46
<b>Figura 14</b> <i>Desinfección de sustratos con los productos de inmersión</i> .....	47
<b>Figura 15</b> <i>Simbra de embriones de la semilla de rosas</i> .....	48
<b>Figura 16</b> <i>Distribución de las bandejas en el invernadero</i> .....	48
<b>Figura 17</b> <i>Aplicación de productos biológicos y químicos-control de fungus gnat</i> .....	49

<b>Figura 18</b> <i>Monitoreo del fungus gnat en estadio adulto</i> .....	50
<b>Figura 19</b> <i>Días a la aparición de plúmulas</i> .....	51
<b>Figura 20</b> <i>Longitud del hipocótilo de las plántulas de rosas</i> .....	53
<b>Figura 21</b> <i>Número de hojas verdaderas de las plántulas de rosas</i> .....	55
<b>Figura 22</b> <i>Número de larvas de fungus gnat presentes en cada nivel</i> .....	56
<b>Figura 23</b> <i>Número de fungus gnat presentes en el nivel 1</i> .....	58
<b>Figura 24</b> <i>Número de fungus gnat presentes en el nivel 2</i> .....	59
<b>Figura 25</b> <i>Número de fungus gnat presentes en el nivel 3</i> .....	59
<b>Figura 26</b> <i>Número de fungus gnat presentes en el nivel 4</i> .....	60
<b>Figura 27</b> <i>Porcentaje de incidencia de Damping-off en plántulas de rosas</i> .....	62

**“EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS DE MANEJO DE FUNGUS GNAT (*Bradysia*  
sp.) EN LA ETAPA DE GERMINACIÓN DE ROSAS (*Rosa* sp.), CAYAMBE –  
PICHINCHA”**

Ruth Antonela Imbaquingo Churuchumbi

Universidad Técnica del Norte

[raimbaquingoc@utn.edu.ec](mailto:raimbaquingoc@utn.edu.ec)

## RESUMEN

Las plántulas de rosas bajo invernadero se encuentran expuestas a plagas y enfermedades una de ellas es el fungus gnat; sus larvas causan daños irreparables en la planta como es el Damping-off. Por tal razón, en este estudio se ha realizado comparaciones entre productos químicos y biológicos para el control de fungus gnat; por otro lado, para el control de Damping-off se utilizó sulfato de cobre pentahidratado, *Trichoderma harzianum* Rifai. y *Bacillus* sp. Se estableció un diseño en bloques completos al azar con 12 unidades experimentales en 3 bloques. Las variables fueron: días a la aparición de la plúmula, longitud del hipocótilo, número de hojas verdaderas, dinámica poblacional de fungus gnat, incidencia de Damping-off y el porcentaje de sobrevivencia. Para la variable días a la aparición de la plúmula, no existe interacción entre los días después de la siembra y los niveles, obteniendo un incremento del 10% del día 14 al día 28. En cambio, para la variable longitud del hipocótilo, hay interacción entre los días después de la siembra y los niveles, donde el nivel con mayor longitud fue el N1 con 1.21 cm a los 28 días en relación con el N4 que obtuvo 0.92 cm. Asimismo, con la variable número de hojas verdaderas, existe interacción entre los días después de la siembra y los niveles, en el que los N1 y N2 aumentan de 1 a 2 hojas verdaderas, mientras que el N4 no alcanza las 2 hojas verdaderas. En la variable larvas de fungus gnat hay diferencia significativa entre los niveles, siendo el N3 el que presentó casi 2 larvas por planta con respecto al N4 que presentó el doble. En cuanto a la dinámica poblacional de fungus gnat, el N1 presentó 4 individuos por placa acrílica al día 45, en comparación al N4 que mostró el doble. De igual manera, para la incidencia de la enfermedad existe interacción entre los días después de la siembra y los niveles, donde los N1 y N2 registraron 0% de incidencia de la enfermedad al día 41 con relación al N3 que registró un 3%. Finalmente, para la variable porcentaje de sobrevivencia no hay diferencia significativa entre los niveles evaluados. La aplicación de hongos entomopatógenos ayudó a controlar el fungus gnat adulto y también contribuyó en el desarrollo vegetativo de las plántulas de rosas.

**Palabra clave:** Fungus gnat, Damping-off, *Trichoderma harzianum* Rifai., *Bacillus* sp.

**“EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS DE MANEJO DE FUNGUS GNAT (*Bradysia* sp.) EN LA ETAPA DE GERMINACIÓN DE ROSAS (*Rosa* sp.), CAYAMBE – PICHINCHA”**

**ABSTRACT**

Rose seedlings under a greenhouse are exposed to pests and diseases, one of them being fungus gnat; Their larvae cause irreparable damage to the plant such as Damping-off. For this reason, in this study comparisons have been made between chemical and biological products for the control of gnat fungus; On the other hand, copper sulfate pentahydrate, *Trichoderma harzianum* Rifai, was used to control Damping-off. and *Bacillus* sp. A complete randomized block design was established with 12 experimental units in 3 blocks. The variables were: days to the appearance of the plumule, length of the hypocotyl, number of true leaves, population dynamics of fungus gnat, incidence of Damping-off and the percentage of survival. For the variable days to the appearance of the plumule, there is no interaction between the days after sowing and the levels, obtaining an increase of 10% from day 14 to day 28. On the other hand, for the variable length of the hypocotyl, there is interaction between the days after sowing and the levels, where the level with the greatest length was N1 with 1.21 cm at 28 days in relation to N4 which obtained 0.92 cm. Likewise, with the variable number of true leaves, there is an interaction between the days after sowing and the levels, in which N1 and N2 increase from 1 to 2 true leaves, while N4 does not reach 2 true leaves. In the variable gnat fungus larvae, there is a significant difference between the levels, with N3 being the one that presented almost 2 larvae per plant compared to N4 that presented twice as many. Regarding the population dynamics of fungus gnat, N1 showed 4 individuals per acrylic plate on day 45, compared to N4, which showed twice as many. Similarly, for the incidence of the disease there is an interaction between the days after sowing and the levels, where N1 and N2 registered 0% incidence of the disease on day 41 in relation to N3, which registered 3%. Finally, for the survival percentage variable there is no significant difference between the evaluated levels. The application of entomopathogenic fungi helped to control adult gnat fungus and contributed to the vegetative development of rose seedlings.

**Keyword:** Fungus gnat, Damping-off, *Trichoderma harzianum* Rifai., *Bacillus* sp.

# CAPITULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

El sector florícola es un factor activo en el desarrollo del país con una importancia considerable en el mercado mundial (Velásquez, 2016). Esta actividad genera grandes ingresos que contribuyen a la Balanza Comercial Agropecuaria, teniendo una participación del 7.43% en el primer trimestre del año 2020 (Villavicencio et al., 2021).

Ecuador logró posesionarse como el tercer mayor exportador de flores en el mundo (10%), detrás de Honduras (49%) y Colombia (16%); estos tres países presentan el 75% de exportaciones mundiales de flores (Poveda, 2021). De esta manera, para mantener estos niveles de producción se emplean varias técnicas de mejoramiento genético de rosas (Maldonado, 2022).

Donde el objetivo principal del fitomejoramiento genético es aumentar la producción y calidad de los productos agrícolas por unidad de superficie en el menor tiempo posible, con el mínimo esfuerzo y al menor costo. Esto se logra mediante la obtención de nuevas variedades o híbridos con alto potencial genético. En otras palabras, se espera que el mejoramiento genético de las plantas contribuye significativamente a una mayor producción agrícola (Arzate et al., 2014).

Existen algunos métodos de mejoramiento genético, desde lo tradicional hasta la transformación genética; alguna de ellas son (Ramírez y Chávez, 2014):

- Cultivo de tejidos
- Cruzamientos convencionales para obtener híbridos
- Transformación genética y selección asistida por marcadores moleculares
- Modificaciones de estructuras

El mejoramiento genético a través de semillas de rosas es un método muy laborioso y por ende consume mucho tiempo, pero se lo realiza con el fin de producir nuevas variedades y poder

trabajar en una selección adecuada ya que el mercado internacional cada vez es más exigentes en cuanto a la calidad de las rosas (*Rosa* sp.) (Young, 2004).

Sin embargo, esta técnica se ve afectada por plagas y enfermedades que afectan a las plantas, tales como; *Frankliniella parvula* (Thysanoptera: Thripidae), *Bemisia tabaci* (Gennadius) y el fungus gnat (*Bradysia* sp.), también se encuentran enfermedades fungosas y bacterianas (Tejeda et al., 2015).

Una de la principal plaga es el fungus gnat, conocido como el mosquito del hongo; los adultos se reproducen en espacios húmedos con poca luz o a oscuras en donde hay materia orgánica en descomposición. Se alimenta de hongos, algas y materia orgánica en descomposición; sin embargo, sus larvas se nutren de tejidos vegetales vivos y en descomposición, causando daños físicos directos e indirectos en los pelos radiculares de las plantas. Por medio de las heridas causadas en las raíces dan paso a infecciones por microorganismos patógenos (Nemati, 2019). Estos microorganismos patógenos facilitan infecciones de *Pytium* sp., *Fusarium* sp. y *Rhizoctonia* sp. (Alvarado y Matta, 2016), causando Damping-off; debido a las lesiones ocasionadas en las raíces (Hurley et al., 2007).

Quimbiamba (2019), menciona que para poder evitar enfermedades causadas por fungus gnat se deben mantener un rango de temperatura entre 16 y 20°C y humedad relativa del 80%. Estas condiciones deben ir acorde con la ventilación del vivero para controlar agentes biológicos como hongos que pueden afectar al material en propagación. Para esto es necesario tener una buena luminosidad mediante techos que permitan el ingreso de luz normal, sin generar sombra ya que, esto puede influir en el crecimiento de la planta.

Mazzutti (2019), menciona que existen productos químicos y biológicos para el control de fungus gnat, entre ellos se encuentran el químico a base de Imidacloprid y Azadiractina. El uso de Imidacloprid es efectivo para el control de fungus gnat, ya que a los 30 días, cuando hubo una mayor incidencia de la plaga en plántulas de tabaco, el insecticida mostró un resultado superior en comparación al biológico. Asimismo, el uso de Cypermethrin para control de fungus gnat con una dosis de 0,5 mL/L fue favorable con respecto al testigo (Monroy, 2019). Además, está el manejo integrado, que se lleva a cabo mediante monitores que consiste en utilizar trampas adhesivas de distintos colores para el seguimiento de insectos en invernaderos (Estacio, 2022).

Por otro lado, Cruz et al. (2015), en un estudio realizado para el control biológico de fungus gnat por medio de la aplicación de hongos entomopatógenos (HE) como *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. y *Metarhizium anisopliae* (Metschn.) Sorokīn. que producen proteasas, lipasas, quitinasas y metabolitos secundarios como parte de su mecanismo de patogenicidad, muestran que es una alternativa para el uso de insecticidas que ocasionando contaminación ambiental.

Así pues, el uso de *B. bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. como control biológico de fungus gnat, en una concentración de  $10^7$  conidios/mL, obtuvo resultados favorables, ya que al día 8 mostró la mayor actividad insecticida con 31.1 % de mortalidad corregida. Llegando a la conclusión que se puede reemplazar el bioinsecticida por el insecticida (Marín-Cruz et al., 2017). Asimismo, los hongos: *M. anisopliae* (Metschn.) Sorokīn. y *Paecilomyces* sp., utilizados para el control biológico de insectos plagas mostraron un efecto superior con respecto al testigo (Pucheta, 2006).

Por otro parte Aguirre (2013) alude que, para controlar Damping-off, es fundamental desinfectar los sustratos. Esto se puede lograr mediante el uso de productos químicos y biológicos, como el *Trichoderma harzianum* Rifai. Además, el sulfato de cobre pentahidratado es un fungicida que también se puede emplearse para este propósito (Acosta et al., 2013).

El *T. harzianum* Rifai. es uno de los agentes biológicos más eficaces para controlar el Damping-off, pues posee propiedades para el control de enfermedades en plantas causadas por patógenos fúngicos, entre estos: *Phytophthora* sp., *Rhizoctonia* sp., *Sclerotium* sp., *Pythium* sp. y *Fusarium* sp.; el *T. harzianum* Rifai. se puede utilizar de forma foliar, en la desinfección de semilla y en aplicación al sustrato o medio donde se encuentre la planta (Nina y Villacorta, 2021). Un estudio realizado por Nasner y Yasman (2014), muestra que fue favorable el uso de *T. harzianum* Rifai. en plantas de *Pisum sativum* al medir la variable incidencia de la enfermedad (Damping-off) a los 25 días después de la siembra en dosis de 4 g/4 litro.

Asimismo, el *Bacillus subtilis* G. es una bacteria que posee mecanismos que inciden directamente en las plantas. Utilizar esta bacteria en inmersión para las yemas de *Zingiber officinale* fue favorable, porque los microorganismos benéficos presentaron una tendencia a generar mejores resultados en la producción. Las dosis que utilizaron fue de 100 litros de agua/1

galón de *B. subtilis* G., dejando las yemas en inmersión durante 15 minutos, para luego dejarla secar a la sombra por 1 hora para su posterior siembra (Jeong et al., 2010).

Guerrero (2014), demostró que aplicar fosfito potásico junto con *T. harzianum* Rifai en plantas de *Pisum sativum* L. presenta efectos positivos en el control del Damping-off y en el porcentaje de germinación. A los 115 días después de la siembra, se alcanzó un porcentaje alto de casi un 100% de plantas sanas y mayor germinación con respecto al testigo. La dosis utilizada fue de 5,37 kg/2,60 m<sup>2</sup>.

Por otro lado, un estudio realizado por Acosta et al. (2013), demostraron que al utilizar sulfato de cobre pentahidratado para desinfectar el medio donde se encuentran las semillas de *Lycopersicon esculentum* Mill, en una dosis de 1 L/ha, con una aplicación por semana, fue efectiva para el control de Damping-off con respecto al testigo.

## **1.2 Problema de investigación**

En los sistemas de propagación bajo invernaderos, se ha notado que el fungus gnat presenta un serio desafío económico en el cultivo de plantas ornamentales. Durante el proceso de multiplicación de *Euphorbia pulcherrima* Willd., el fungus gnat es una de las plagas más significativas, causando pérdidas que pueden superar el 50% del área cultivada, lo que constituye una importante pérdida económica para los productores (Villanueva 2013).

Este caso no es aislado, ya que la empresa CONECTIFLORANDINO CIA LTDA. actualmente también presenta pérdidas económicas en un rango del 20 a 30% en el área de seedling a causa de fungus gnat, que da paso a la enfermedad del Damping-off (Recalde, 2023).

Por otro lado, en la actualidad el uso de agroquímicos en el sector florícola es alto ya que estos son destinados para control de plagas y enfermedades. Sin embargo, estos productos han provocado una serie de problemas en el ecosistema, como contaminación del aire, tierra, agua, y los residuos tóxicos también causan daños a la salud humana y al ambiente (Hidalgo, 2017).

## **1.3 Justificación**

Existen importantes grupos de hongos y bacterias que combaten otros microorganismos que pueden ser perjudiciales para el desarrollo de la planta. La finalidad de estos son: actuar

como biorreguladores y biofungicidas; debido a esto están siendo utilizados para regular los patógenos que se encuentran en el suelo y los que crecen en el follaje de las plantas (Ríos, 2014).

Los hongos entomopatógenos como el *Trichoderma* sp. pueden controlar enfermedades causadas por *Pythium* sp., *Fusarium* sp. y *Rhizoctonia* sp. (Nina y Villacorta, 2021). Igualmente, los *Bacillus* sp. son microorganismos que promueven el mecanismo de Resistencia Sistémica Inducida (ISR) frente a bacterias y hongos patógenos, virus sistémicos y nematodos de la raíz. También son fijadores de nitrógeno y fósforo, lo cual promueve el crecimiento en plantas por la cual se los puede utilizar como biofertilizantes para la producción agrícola; con la ventaja de aprovecharlas a nivel ambiental (Corrales-Ramírez Msc et al., 2017).

Viera et al. (2020), demuestran que utilizar *T. harzianum* Rifai. en semilleros de *Lycopersicon esculentum* Mill es efectivo para controlar enfermedades fúngicas como *Pythium* sp., *Rhizoctonia* sp. y *Fusarium* sp. que causan Damping-off. Se emplearon dos formas de aplicación, sólida y líquida. Para el tratamiento líquido, utilizaron 10 gramos del biocontrolador más sustrato en 1 litro de agua estéril; mientras que, para el tratamiento sólido emplearon 15 gramos en sustrato de arroz directamente al semillero con aproximadamente 5.400 plantas por evaluación. Teniendo como resultado que controlar la enfermedad con *T. harzianum* Rifai. fue favorable, ya que a la cuarta semana obtuvo 91 plantas sanas con respecto al testigo que solo alcanzó 40 plantas sanas.

Por otro lado, la aplicación de *Bacillus* spp. para el control de *Fusarium* sp., *Rhizoctonia* sp., y *Phytophthora* sp. en el cultivo de *Capsicum annuum* L. que causan marchitez y pudrición de la raíz, fue adecuado en la incidencia de la enfermedad, ya que obtuvo un 29 % en comparación con el testigo, que registró un 96% de incidencia de la enfermedad. Esta aplicación se realizó cuando las plantas alcanzaron 20 cm de altura, se inocularon por inmersión del cepellón en charolas de plástico con la suspensión de bacterias ( $1 \times 10^8$  ufc/mL) durante 15 minutos, al momento del trasplante. Utilizó 120 plantas por unidad experimental (Guillén et al., 2006).

Por la complejidad de la enfermedad causado por agentes patógenos la empresa CONECTIFLORANDINO CIA LTDA., se ha visto en la necesidad de mejorar sus procesos de desinfección y germinación de plántulas de rosas, evaluando nuevos métodos de control de

enfermedades, tanto químicos como biológicos, para reducir la incidencia de estas enfermedades en el invernadero. Por tal motivo, en la presente investigación se evaluarán distintos productos químicos y biológicos para el control de plagas, como el fungus gnat, y enfermedades, como el Damping-off.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Evaluar estrategias de manejo de fungus gnat (*Bradysia* sp.) en la etapa de germinación de rosas (*Rosa* sp.), Cayambe - Pichincha

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Comparar la calidad de plántulas de rosas (*Rosa* sp.) bajo los tratamientos en estudio.
- Determinar la dinámica poblacional de fungus gnat bajo la aplicación de los productos en estudio.
- Cuantificar la incidencia de Damping-off en plántulas de rosas bajo los tratamientos de inmersión.

## **1.5 Hipótesis**

### **1.5.1 Hipótesis nula ( $H_0$ ):**

No existe diferencia en los manejos de control de plagas y enfermedades en propagación de rosas.

### **1.5.2 Hipótesis alternativa ( $H_a$ ):**

Existe diferencia en el desarrollo de propagación de rosas (*Rosa* sp.) con la aplicación de distintos manejos de control de plagas y enfermedades.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Sector florícola en el Ecuador**

En los últimos años el sector florícola ha ido ganando espacio en el mercado internacional en las cuales los principales mercados de exportación de rosas son: Estados Unidos, Rusia, Holanda, Italia y Canadá pero con menor adquisición de toneladas métricas; para ello existen empresas florícolas que participan en el mercado (Cajilema, 2022).

En Ecuador se cultivan diferentes variedades de flores como las rosas, alstroemeria, hypericum, gypsophyla, flores tropicales, clavel, entre otras, donde las rosas son de mayor demanda en el mercado con un 70.47%, seguido de las flores de verano con un 19,83%, luego están las gypsophylas con un 7.74% y en último lugar se encuentran los claveles con 1.96% (Morocho, Cisneros y Soto ,2021).

#### **2.2 Importancia económica del cultivo de rosas**

La industria florícola proporciona una visión integral del progreso productivo, económico, comercial y social de las plantas ornamentales. En lo que respecta al crecimiento económico de Ecuador, este sector ha tenido un impacto significativo, siendo el tercer rubro en ingresos por exportaciones no tradicionales que contribuye al país, representando una parte considerable del Producto Interno Bruto cubriendo el 9,7% de la demanda de flores (Andrade y Chávez, 2022).

#### **2.3 Generalidades del cultivo de rosa**

Las rosas (*Rosa* sp.) son ampliamente reconocidas en todo el mundo, incluyendo Ecuador, como un cultivo esencial tanto para la producción de flores cortadas como para ornamentación. En términos de clasificación taxonómica, las rosas pertenecen al reino vegetal, la clase dicotiledónea, el orden Rosales, la familia Rosáceas, y al género *Rosa*, con múltiples especies representadas bajo la denominación *Rosa* sp. (López, 2021).

### **2.3.1 *Método de mejoramiento genético en ornamentales***

El cruzamiento convencional para obtener híbridos son una técnica común en diversos cultivos para generar variedades o combinaciones genéticas. Generalmente se emplean para producir combinaciones genéticas deseables o para incorporar variedades en la implementación de un sistema de selección recurrente. A partir de ello generar líneas o variedades de alto valor en el mercado (Ramírez y Chávez, 2014).

La hibridación interespecífica es una de las técnicas más utilizadas en el mejoramiento de plantas ornamentales, gracias a su gran potencial para obtener vigor híbrido y variación en caracteres que no se manifiestan en las especies originales. Además, es notable la contribución que las semillas híbridas han tenido en la creación de numerosas variedades de plantas (De La Torre, 2007).

Las rosas que se cultivan hoy en día son producto de numerosos cruces y procedimientos de selección, con variedades creadas en función del tamaño, número de flores y destino, para lo cual utilizan los llamados híbridos de té, son los más populares y para realizar este proceso se utiliza las semillas; es por ese motivo que el sector de la florícola es el cultivo más importante del mundo, con más de 4.000 hectáreas dedicadas a su cultivo (Young, 2004).

Sin embargo, para obtener resultados de germinación a menor tiempo, se llevan a cabo procesos de germinación a través de embriones. Esto consiste en retirar el pericarpio, que está formado por un epicarpio y capas leñosas y fibrosas. Se debe eliminar estas capas; sin embargo, la simple eliminación del pericarpio no es suficiente. Para que el embrión germine, la testa también debe ser removida, porque es en la testa donde se encuentran la mayoría de los inhibidores químicos, los cuales son difíciles de remover en la solución de peróxido de hidrógeno (Holeman, 2009).

### **2.3.2 *Factores que afectan la germinación de rosas***

De acuerdo con Villacrés (2016), hay que considerar los siguientes factores de germinación:

**Agua:** El proceso de germinación depende fundamentalmente de la absorción de agua, pero un exceso de riego y una mala circulación del agua debido al drenaje deficiente pueden

disminuir la oxigenación y provocar enfermedades, siendo la más común la muerte regresiva, también llamada Damping-off.

**Temperatura:** 17 a 25°C durante el día y 15°C durante la noche.

**Luz:** puede estimular o inhibir la germinación de semillas, el efecto estimulante se da en la parte roja del espectro de luz, mientras que el efecto inhibidor se da en el infrarrojo.

**Ventilación:** se debe realizar de forma manual o automática, con el fin de controlar ciertas enfermedades.

**pH:** oscila entre un 5.5 a 6.5, aunque el pH ideal es de 6.

## 2.4 Plagas del cultivo de *Rosa* sp.

En la propagación de rosas se pueden presentar distintas plagas (tabla 1).

**Tabla 1**

*Plagas presentes en la propagación de Rosa sp.*

Plagas	Nombre científico
Trips	<i>Frankliniella occidentalis</i>
Mosquita blanca	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>
Fungus gnat	<i>Bradysia</i> sp.

Fuente: (Fernández, 2020) y (Tejeda-Sartorius et al., 2015).

Dadas las plagas previamente mencionadas, el fungus gnat (*Bradysia* sp.) destaca por su significancia económica en el proceso de propagación de rosas (Cloyd, 2015).

### 2.4.1 *Fungus gnat (Bradysia sp.)*

La mosca del hongo, también conocida como fungus gnat y perteneciente a la familia Sciaridae, es una plaga que afecta a los cultivos en invernaderos. En su estado adulto, no ocasiona daño directo a las plantas, pero deposita sus huevos en el sustrato o medio que rodea a las plantas. Este insecto se convierte principalmente en un problema en condiciones de alta humedad, ya que las larvas de la mosca del hongo se alimentan de las raíces y pelos radiculares de las plantas (Stukenberg et al., 2018).

Las larvas de este insecto no solo causan daño directo, sino que también afectan las raíces y pelos radiculares cruciales para la absorción de agua y nutrientes, lo que puede predisponer a las plantas a patógenos al crear heridas que facilitan la entrada de hongos. Además, tienen la capacidad de transmitir enfermedades fúngicas como *Pythium* sp., *Fusarium* sp. y *Verticillium* sp. de plantas enfermas a plantas no infectadas (Cloyd, 2015).

#### **2.4.2 Clasificación taxonómica fungus gnat (*Bradysia* sp.)**

El fungus gnat tiene la siguiente clasificación taxonómica (Monroy, 2019):

Filo	Artrópodo
Clase	Insecta
Orden	Díptera
Suborden	Nematocera
Superfamilia	Sciaroidea
Familia	Sciaridae
Género	<i>Bradysia</i>
Especie	<i>difformis</i>
Nombre común	Mosca negra “Fungus gnat” Mosca del hongo Mosca del mantillo

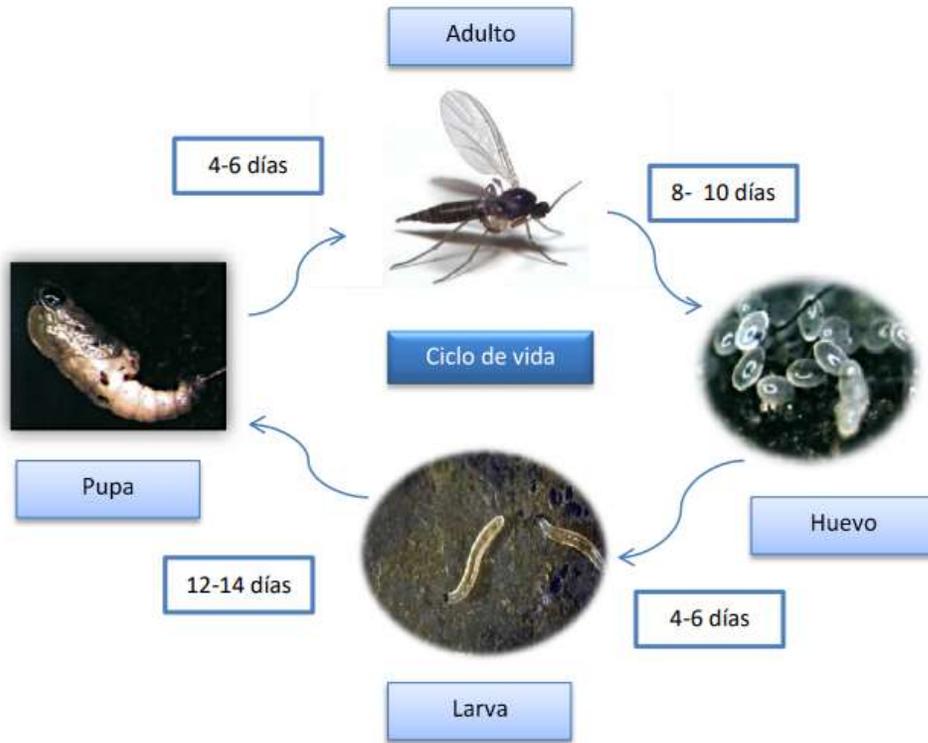
##### **2.4.2.1 Ciclo de vida**

La hembra del mosquito del hongo tiene la capacidad de depositar hasta 300 huevos, de color blanquecino, agrupados en conjuntos de 20 a 30 o más. Estos son colocados en la superficie o grietas del suelo húmedo, así como en el medio de cultivo donde se hallan las plantas que son ricas en materia orgánica. La incubación de los huevos toma alrededor de seis días; las larvas se alimentan durante un periodo de 12-14 días antes de pasar a la etapa de pupa, que se desarrolla dentro de una cámara pupal de seda en el suelo; el estado de pupa puede extenderse de cinco a seis días, y los adultos tienen una esperanza de vida de hasta 10 días. El ciclo de vida, desde huevo hasta adulto, tiene una duración aproximada de cuatro semanas,

aunque este tiempo puede variar dependiendo de la temperatura; el desarrollo se acelera con el aumento de las temperaturas, figura 1 (Stukenberg et al., 2018).

### Figura 1

*Ciclo biológico de la mosca del hongo “fungus gnat” (Bradysia sp.)*



Fuente: Stukenberg et al. (2018)

#### 2.4.2.2 Descripción física de la mosca del hongo “fungus gnat”

De acuerdo con Mansilla (2001), en el ciclo reproductivo se puede identificar las siguientes características:

##### **Adulto**

Posee un tono gris negruzco, aunque su cuerpo está recubierto por numerosas setas de color negro, con una longitud que oscila entre los 2.5 mm (en el caso de los machos) y 3 mm (en las hembras). Sus antenas, que representan aproximadamente un cuarto de la longitud corporal, están compuestas por 16 segmentos. El tórax es de un negro brillante, del cual se desprenden tres

pares de patas largas. El coxis y el fémur son de color amarillo claro, mientras que la tibia y el tarso presentan tonalidades oscuras.

Por otro lado, las alas membranosas exhiben un tono gris ceniza, siendo las de las hembras más largas y estrechas en comparación con las de los machos. Las venas de las alas son robustas y oscuras, resaltando una vena en forma de "y", característica común en el género *Bradysia* sp. En los costados, el abdomen se presenta más claro que el resto del cuerpo, y en su último segmento se encuentra el aparato reproductor, con una forma similar a una pinza en el caso del macho.

### **Huevo**

Posee una forma ovalada, es liso, brillante y de un tono amarillo claro semitransparente. Sus dimensiones son de 0.24 mm de longitud y 0.16 mm de ancho.

### **Larva**

De forma filiforme, de color blanco semitransparente, muestra una cápsula cefálica negra y brillante. Se distinguen cuatro estados larvarios, con longitudes específicas: 0.4-0.6 mm para el estado L1, 0.6-1.25 mm para L2, 1.25-2.5 mm para L3 y 2.5-4.75 mm para L4.

### **Pupa**

Inicialmente de color blanco, su tonalidad evoluciona progresivamente hacia el amarillo hasta alcanzar el tono marrón dorado característico cuando se convierte en pupa. La pupa se encuentra libre, presenta un tamaño similar al del adulto.

## **2.5 Métodos de control del fungus gnat (*Bradysia* sp.)**

Existen distintos métodos de control, entre ellos se encuentran los siguientes:

### **2.5.1 Manejo integrado**

El manejo integrado de plagas es una alternativa ecológica eficiente para controlar plagas y enfermedades, entre ellas están las siguientes:

### 2.5.1.1 Monitoreo

El monitoreo es una actividad crucial para identificar y controlar las plagas que afectan a los cultivos. A través de este proceso, se pueden tomar decisiones para implementar las MIP. El propósito principal del monitoreo es establecer umbrales de acción, es decir, determinar el momento adecuado para llevar a cabo medidas de control. Se pueden emplear trampas de captura, una técnica las MIP que se clasifica como manejo etológico; este enfoque se basa en la represión aprovechando las respuestas de comportamiento de los insectos. Dichos comportamientos están influenciados por reacciones a estímulos de naturaleza química (feromonas), física (color, luz, temperatura, humedad, entre otros) y mecánica (eliminación de órganos infestados de las plantas). Cada insecto muestra un comportamiento específico ante un estímulo determinado (Cisneros, 1995).

Dentro de las trampas etológicas se incluyen las placas cromáticas, que están compuestas por láminas de plástico rígido, duradero y con adhesivo en ambos lados. Es esencial que estas placas sean repelentes al agua, resistentes a altas temperaturas y estén libres de sustancias tóxicas (Quimbiamba, 2019). Existen distintos colores que son atractivos para los insectos plagas y benéficos, entre ellos se encuentran los siguientes (Bravo et al., 2020):

- **Amarillo:** el color de esta trampa adhesiva atrae a pulgones (*Myzus persicae* y *Myzus sp.*), díptero y polillas (*Tinea pellionella*).
- **Blanco:** son altamente efectivas en atrapar trips (*Frankliniella occidentalis*) y moscas de la raíz (Dípteros).
- **Azul:** este color de trampas también es eficiente en atrapar trips (*Frankliniella occidentalis*). Este color es menos utilizado debido a que su poder de atracción es menor.

### 2.5.2 *Control cultural*

El control cultural de plagas implica la implementación de prácticas agronómicas habituales con el objetivo de crear un agroecosistema menos propicio para el desarrollo y la supervivencia de plagas que puedan afectar a los cultivos. Este tipo de control es predominantemente preventivo en lugar de curativo, y se caracteriza por tener costos de

producción muy bajos. De esta manera, algunas tareas culturales incluyen (Howell y Andrews, 1987) :

- Uso de semillas y materiales de siembra limpios
- Manipulación de la fecha de siembra
- Manejo de malezas
- Destrucción de huéspedes voluntarios y silvestres
- Control de la densidad de siembra
- Manipulación de fertilizantes
- Manejo de riego

### **2.5.3 Control biológico**

La efectividad del control biológico radica en la relación entre un enemigo natural y su presa (huésped o víctima), por lo tanto, es crucial identificar con precisión la especie (Araiza y Salazar, 2003).

#### **2.5.3.1 *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill.**

Es un hongo de distribución cosmopolita que ataca diversas órdenes de insectos, este hongo infecta a insectos del orden Díptera ya que produce metabolitos secundarios que tienen propiedades insecticidas que son de importancia en la aplicación de la biotecnología (Cruz et al., 2007).

#### **2.5.3.2 *Metarhizium anisopliae* (Metschn.) Sorokīn.**

El hongo entomopatógeno *M. anisopliae* (Metschn.) Sorokīn. nacen del suelo, estos son utilizados comúnmente como agentes de control biológico contra insectos. *M. anisopliae* (Metschn.) Sorokīn., tiene una extensa variedad de toxinas de moléculas pequeñas, incluidas las destruxinas (DTX), una clase de depsipéptidos cíclicos las cuales pueden ser tóxicas por inyección, ingesta, aplicación tópica (Ajvad et al., 2020).

### **2.5.3.3 *Paecilomyces* sp.**

*Paecilomyces* sp. es un hongo entomopatógeno Deuteromiceto utilizado para el control de plagas que afectan a cultivos de gran importancia económica; estos hongos actúan en estadio inmaduros de las plagas (Vallejo et al., 1996).

### **2.5.4 Control químico**

Este método de control implica prevenir plagas mediante el uso de sustancias químicas, comúnmente conocidas como pesticidas o plaguicidas. Estas sustancias están diseñadas para combatir una variedad de organismos como insectos, ácaros, caracoles o nematodos. Específicamente, existen insecticidas, acaricidas y nematocidas. Además, se utilizan herbicidas y fungicidas para controlar malezas y enfermedades causadas por hongos, respectivamente (Cisneros, 1995).

Por lo tanto, para controlar el fungus gnat se pueden utilizar productos químicos como Imidacloprid y Azadiractina. Mazzutti (2019), evaluó la efectividad de estos productos químicos para controlar el fungus gnat, donde a los 30 días después de la siembra, cuando se observó un aumento significativo en la población de fungus gnat, utilizando las siguientes dosis:

- Imidacloprid, con una dosis de 15 g/50 m<sup>2</sup>, mostrando resultados favorables para el control del fungus gnat con respecto al testigo.
- La aplicación del producto químico Azadiractina fue aplicado en una dosis de 500 mL/100L que al igual que el producto químico Imidacloprid obtuvo buenos resultados en comparación con el testigo.

## **2.6 Enfermedades del cultivo de *Rosa* sp.**

Los daños ocasionados por las larvas de fungus gnat en las raíces dejan a las plantas vulnerables a enfermedades provocadas por hongos patógenos. Los síntomas que muestran las plantas afectadas por los hongos patógenos se presentan en forma de marchitez o muerte regresiva de la planta, conocida como Damping-off (Villanueva et al., 2013).

### **2.6.1 Damping-off**

El Damping-off es una enfermedad que puede afectar a prácticamente todas las plantas en las primeras etapas de crecimiento. Los principales hongos responsables de esta enfermedad incluyen *Rhizoctonia* sp. y *Fusarium* sp., y entre otros agentes causantes se encuentran *Pythium* sp. y *Phytophthora* sp. Estos hongos están presentes en la mayoría de los suelos o medios donde se encuentran las plantas, representando una seria amenaza para su propagación (Vico, 2007).

#### **2.6.1.1 *Rhizoctonia* sp.**

Son fitopatógenos que provocan enfermedades en los tallos y raíces de diversos cultivos, ocasionando el volcamiento de plántulas en semilleros y pudriciones tanto en etapas de pre y posemergencia. Su estructura de resistencia está formada por esclerocios, los cuales pueden permanecer en el suelo durante hasta 10 años. Este tipo de fitopatógeno puede evadir con facilidad la acción de fungicidas de origen sintético, ya que se debe abordar la presencia de esclerocios en el suelo y mantener una acción tóxica a lo largo del tiempo. Por lo tanto, una gestión de control adecuada se lleva a cabo mediante agentes biológicos (Hoyos-Carvajal et al., 2008).

#### **2.6.1.2 *Fusarium* sp.**

Son ascomicetos filamentosos y cosmopolitas, son conocidos por poseer un micelio bien desarrollado, septado y conidióforos característicos. Aunque algunas especies presentan un talo unicelular, estos fitopatógenos son responsables de numerosas enfermedades en cultivos, especialmente durante sus primeros ciclos de vida. El método principal de control utilizado es el empleo de fungicidas, sin embargo, esta práctica ocasiona daños al medio ambiente y contribuye a la aparición de microorganismos altamente resistentes, resultando en un aumento de las enfermedades fúngicas. Por esta razón, en la actualidad se están implementando medidas biológicas para control de *Fusarium* sp. (Duarte et al., 2013).

#### **2.6.1.3 *Pythium* sp.**

Estos patógenos son los más significativos en la infección de plántulas antes de su emergencia, lo que provoca el marchitamiento previo al brote. También pueden afectar las raíces y el hipocótilo de las plántulas después de su emergencia. Se clasifican como hongos del azúcar

colonizadores primarios porque colonizan rápidamente sustratos orgánicos frescos. Sin embargo, son sensibles a la competencia de otros microorganismos del suelo, tienen una vida breve y no pueden sobrevivir a la desecación (Martín y Loper, 1999).

## **2.7 Métodos de control del Damping-off**

Tanto los adultos como las larvas de mosquito del hongo pueden propagar directa e indirectamente diversos patógenos vegetales, como *Pythium* sp., *Rhizoctonia* sp. y *Fusarium* sp. (Cloyd, 2008). Estos hongos son los principales causantes del Damping-off, los cuales presentan graves daños a las plántulas en sus primeros estadios, estos patógenos vegetales se encuentran presentes en todo tipo de suelos o medios donde se encuentran los cultivos. Por lo que, el uso de hongos benéficos es una alternativa eficiente para el control de estos tipos de hongos (Guerrero, 2014).

### **2.7.1 Control biológico**

Este método de control biológico se utiliza como la principal técnica para preservar organismos vivos como hongos, bacterias, virus e insectos, los cuales ayudan a reducir la población de plagas que afectan a los cultivos. Los hongos, en particular, despiertan el interés de empresas y entidades de investigación debido a su papel en el control de insectos y enfermedades, sin causar daños al medio ambiente ni a la salud. Por lo tanto, aseguran el desarrollo sostenible de las generaciones futuras y promueven el progreso de la sustentabilidad ambiental (Viera-Arroyo et al., 2020).

#### **2.7.1.1 *Trichoderma harzianum* Rifai.**

Este fungicida biológico se destaca como el más investigado y utilizado en la agricultura. Pertenece a un género de hongos que habitan en la tierra y en los ecosistemas de las raíces. Puede llevar a cabo el biocontrol de hongos fitopatógenos de manera indirecta, compitiendo por espacio y/o nutrientes, modificando las condiciones ambientales, estimulando el crecimiento de las plantas y sus mecanismos de defensa, o produciendo antibióticos. Además, también puede realizar el biocontrol de forma directa mediante el micoparasitismo y estimular el crecimiento y desarrollo de las raíces de las plantas, mejorando la captación y utilización de nutrientes, así como la productividad del cultivo (Medrano y Ortuño, 2007).

### **2.7.1.2 *Bacillus subtilis* G.**

Estos microorganismos poseen la capacidad de generar compuestos orgánicos y llevar a cabo la fijación biológica de nitrógeno (FBN) y la solubilización de fosfatos (SF). Estas actividades se llevan a cabo mediante enzimas como nitrogenasas y fitasas, teniendo impactos positivos en la promoción del crecimiento vegetal y en el aumento del potencial productivo (Corrales-Ramírez Msc et al., 2017).

### **2.7.1.3 *Bacillus cereus* Frankland y Frankland.**

La producción de quitinasas, lipasas, proteasas y  $\beta$ -glucanasas por parte de *B. cereus* se considera crucial para el control biológico de hongos fitopatógenos. *B. cereus* ejerce su acción sobre el patógeno fúngico *Fusarium oxysporum*. Además, aumenta la actividad nitrogenasa, lo que resulta en un aumento en la producción (Tejera-Hernández et al., 2011).

## **2.7.2 Control químico**

### **2.7.2.1 Sulfato de cobre pentahidratado**

El sulfato de cobre pentahidratado es un compuesto químico versátil con diversas aplicaciones; una de ellas es el control de agentes fúngicos como *Phytophthora* sp., *Rhizoctonia* sp., y otras enfermedades causadas por hongos endoparásitos. Además, desempeña funciones como la estabilización de la clorofila, la participación en el metabolismo de proteínas y carbohidratos, así como en la fijación simbiótica del nitrógeno atmosférico (N<sub>2</sub>) (Tito, 2014).

## **2.8 Marco legal**

La presente investigación se encuentra respaldado por leyes y artículos que rigen al Estado ecuatoriano, por esta razón en el Artículo 284 inciso 2, de la Constitución de la República establece como objetivo de las Políticas Económicas, incentivar la producción nacional, la productividad y competitividad sistémicas, la acumulación del conocimiento científico y tecnológico, la inserción estratégica en la economía mundial y las actividades productivas complementarias en la integración regional (Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador, 2017).

De acuerdo con el inciso del artículo 2 de la Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria, las leyes de sanidad vegetal y sanidad animal forman parte del régimen de soberanía alimentaria por lo que deben garantizar el respeto a los derechos de la naturaleza y el manejo de los recursos naturales, en concordancia con los principios de sostenibilidad ambiental y las buenas prácticas de producción (Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador, 2017).

Por otro lado, el artículo 1 de la Ley Orgánica De Sanidad Agropecuaria, regula la sanidad agropecuaria, mediante la aplicación de medidas para prevenir el ingreso, diseminación y establecimiento de plagas y enfermedades; promover el bienestar animal, el control y erradicación de plagas y enfermedades que afectan a los vegetales y animales y que podrían representar riesgo fito y zoonosario (Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador, 2017).



## 3.2 Materiales

### 3.2.1 Materiales y equipos

Para la presente investigación se utilizaron los siguientes materiales (tabla 2).

**Tabla 2**

*Materiales y Equipos*

Productos biológicos	Productos químicos	Materiales de campo	Equipos
<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai.	Sulfato de cobre pentahidratado	Bandeja de germinación	Cortaúñas
<i>Bacillus subtilis</i> G.	Imidacloprid	Sustrato	Aguja enganchada
<i>Bacillus cereus</i> Frankland y Frankland	Fosfito potásico	Placas acrílicas	Balanza
<i>Beauveria bassiana</i> (Bals.-Criv.)	Cypermethrin	Semillas de <i>Rosa</i> sp.	Atomizador
<i>Metarhizium anisopliae</i> (Metschn.) Sorokín.			
<i>Paecilomyces</i> sp.			

## 3.3 Métodos

### 3.3.1 Factores en estudio

La investigación se realizó en campo, donde se evaluó los productos para el control de Damping-off (tabla 3).

**Tabla 3***Descripción de los niveles evaluados*

<b>Niveles</b>	<b>Productos de inmersión</b>	<b>Dosis</b>	<b>Unidades formadoras de colonias</b>
N1	<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai.	2 g /L de agua	1 x 10 <sup>9</sup> / g
N2	<i>Bacillus subtilis</i> G. + <i>Bacillus cereus</i> Frankland y Frankland.	5 mL /L de agua	2.5 x 10 <sup>10</sup> / g
N3	Sulfato de cobre pentahidratado	1 mL /L de agua	
N4	Testigo		

*Nota.* Los productos de inmersión que se utilizaron fueron: dos biológicos (*Trichoderma harzianum* Rifai. y *Bacillus subtilis* G.+ *Bacillus cereus* Frankland y Frankland.) y un químico (Sulfato de cobre pentahidratado).

### **3.3.2      *Diseño experimental***

El diseño que se utilizó en la presente investigación fue en bloques completos al azar, como se puede apreciar en la figura 3.

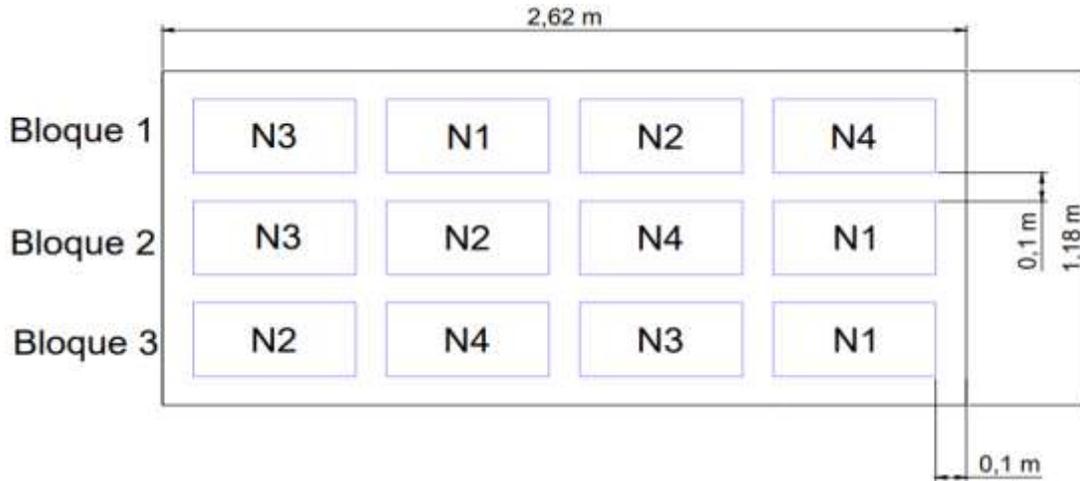
### **3.3.3      *Características del área experimental***

La presente investigación se realizó de acuerdo con las siguientes características:

Área total del ensayo	3.09 m <sup>2</sup> (2.62 m x 1.18 m)
Número de unidades experimentales	12
Distancia entre unidad experimental	0.1 m
Número de repeticiones	3
Número de tratamientos	4

**Figura 3**

Área del experimento con un diseño en bloques completamente al azar



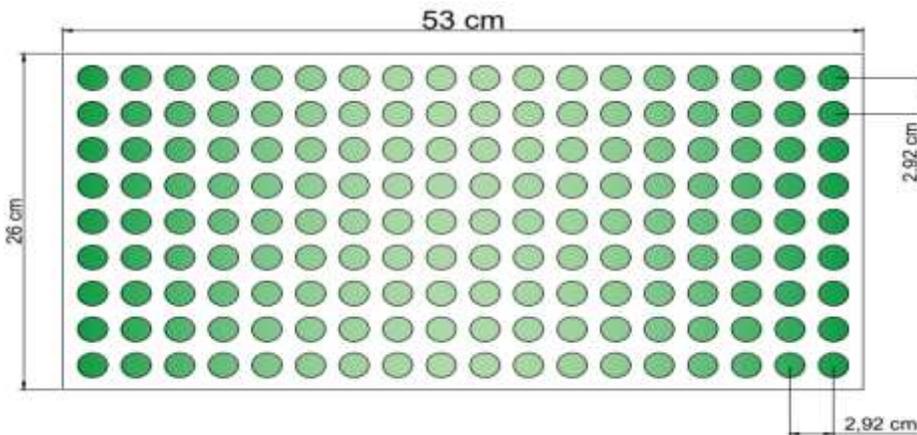
**3.3.4 Características de la unidad experimental**

La presente investigación se realizó de acuerdo con las siguientes características (figura 4).

Área total/ bandeja	0.13 m <sup>2</sup> /bandeja (0.53 m x 0.2 m)
Distancia de siembra	2,92 cm
Número total de plántulas por unidad experimental	162

**Figura 4**

Características de la unidad experimental



### 3.4 Análisis estadístico

El análisis estadístico que se utilizó para los datos obtenidos fue el paquete estadístico INFOSTAT versión 2020 con modelos lineales generales y mixtos con pruebas de medias LSD-Fisher ( $\alpha=0.05$ ) cuando se cumplen los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza. De lo contrario, se realizaron pruebas Friedman para datos no paramétricos.

### 3.5 Variables evaluadas

Las variables que se evaluaron fueron las siguientes:

#### 3.5.1 *Días a la aparición de la plúmula*

Se registró a partir del momento donde se pudo observar que los cotiledones se encontraban de forma horizontal (Laskowski y Bautista, 2003).

### Figura 5

*Días a la aparición de la plúmula en plántulas de rosas*



#### 3.5.2 *Longitud del hipocótilo*

Una vez que se pudo observar el hipocótilo se procedió a medir la longitud, con la ayuda de un calibrador digital, desde el nivel del sustrato hasta el ápice de la planta; esta medición se realizó cada 7 días, en 30 plántulas escogidas al azar (Guerrero, 2014).

## **Figura 6**

*Longitud del hipocótilo de la plántula de rosa*



### **3.5.3 Número de hojas**

Se contó las hojas desarrolladas en 30 plántulas escogidas al azar por unidad experimental, esta medición se realizó una vez por semana (Aguirre, 2013).

## **Figura 7**

*Número de hojas verdaderas en plántulas de rosas*



### **3.5.4 Dinámica poblacional**

#### **3.5.4.1 Fungus gnat (*Bradysia* sp.)**

Para la dinámica poblacional de fungus gnat, se aplicó el monitoreo indirecto, donde se utilizaron trampas acrílicas de color amarillo, para lo cual se ubicó  $\frac{1}{4}$  trampa por unidad experimental. El cambio de las trampas amarillas se realizó cada 15 días. Estas se colocaron desde el primer día de siembra, y los datos obtenidos se expresaron en número de individuos por trampa (Estacio, 2022) (figura 8).

### Figura 8

*Dinámica poblacional fungus gnat en estadio adulto*

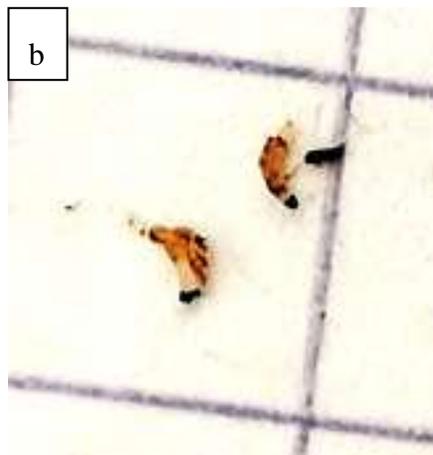


#### 3.5.4.2 Larvas de fungus gnat (*Bradysia* sp.)

Para las larvas de fungus gnat, se aplicó el monitoreo directo, en 5 plántulas por tratamiento. Donde se sacó la plántula de rosas con sustrato y se contabilizó el número de larvas vivas presentes en ella. El registro de datos se realizó al momento del trasplante a vasos, los datos obtenidos se los expresó en número de larvas por planta (Estacio, 2022).

### Figura 9

*Larvas de fungus gnat: a) planta infestada por larvas de fungus gnat y b) larvas de fungus gnat*



### 3.5.5 *Incidencia de la enfermedad (Damping-off)*

Se evaluó una vez por semana, toda la unidad experimental a partir de la aparición de la plúmula. Mediante la siguiente ecuación (Guerrero, 2014):

$$\% \text{ Incidencia enfermedad} = \frac{\# \text{ plantas enfermas por unidad experimental}}{\text{Total de plantas observadas (sanas + enfermas)}} * 100$$

### Figura 10

*Damping-off en plántulas de rosas*



### 3.5.6 *Porcentaje de sobrevivencia*

Una vez finalizado el tiempo de investigación, se realizó un conteo general de plántulas de rosas vivas por tratamiento y se evaluó mediante la siguiente ecuación (Ruano y Benavides, 2018):

$$S(\%) = \frac{\# \text{ plantas vivas}}{\# \text{ plántulas con aparición de plúmulas}} * 100$$

## Figura 11

*Porcentaje de sobrevivencia de las plántulas de rosas*



### 3.6 Manejo del experimento

Las principales actividades que se realizaron son las siguientes:

#### 3.6.1 *Semillas*

Las semillas de rosas fueron previamente desinfectadas, escarificados y ablandados. Cada semilla contaba con su propio código, con la finalidad de llevar un adecuado control en la siembra (figura 12).

## Figura 12

*Semillas de rosas (Rosa sp.)*

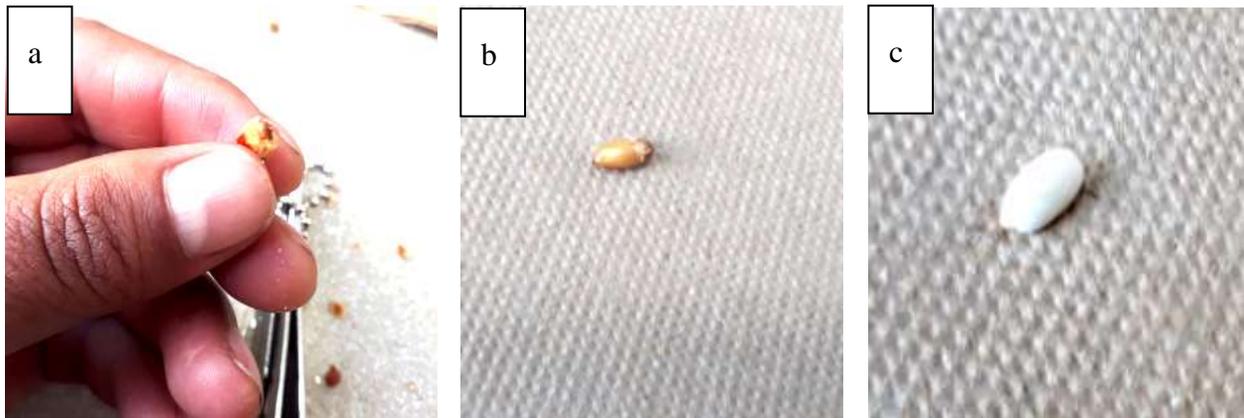


### 3.6.2 *Extracción de embriones*

El embrión maduro se encontraba encerrado en una cubierta de semilla relativamente delgada (testa). Con la finalidad de obtener plántulas de rosas en menor tiempo, se sacó el embrión de la semilla de *Rosa* sp. que se encuentra dentro de una capa fibrosa, leñosa y la testa (figura 13).

#### **Figura 13**

*Proceso de extracción de embriones de la semilla de rosas: a) corte de fibras leñosas y fibrosas; b) embrión encerrado en la testa; c) embrión libre de fibras y testa*



### 3.6.3 *Desinfección de sustrato*

La desinfección del sustrato se realizó una vez que estaba en las bandejas germinadoras. El sustrato que se utilizó tiene una mezcla de cascarillas de arroz, perlita y vermiculita. Una vez que el sustrato se encontraba en las bandejas se procedió a aplicar la solución (figura 14).

## Figura 14

*Desinfección de sustratos con los productos de inmersión*



### **3.6.3.1 Desinfección del sustrato con *Trichoderma harzianum* Rifai.**

Una vez que el sustrato se encontraba ubicado en las bandejas se procedió a desinfectar con la ayuda de un atomizador. La cantidad de solución que se aplicó por bandeja fue de 2000 mL, para que el sustrato se encuentre a CC. La concentración de *T. harzianum* Rifai. fue de  $1 \times 10^9$ /g de esporas.

### **3.6.3.2 Desinfección con *Bacillus subtilis* G.+*Bacillus cereus* Frankland y Frankland.**

Se roció la solución utilizando un atomizador una vez que el sustrato estaba en las bandejas. La cantidad de solución aplicada por bandeja fue de 2000 mL, para que el sustrato se encuentre a CC. Para *Bacillus* sp. la concentración fue de esporas de  $2.5 \times 10^{10}$ /g.

### **3.6.3.3 Desinfección con Sulfato de cobre pentahidratado**

Al igual que la desinfección con los demás productos, aquí también se realizó la desinfección una vez que el sustrato ya se encontraba en la bandeja. La cantidad de solución que se aplicó por bandeja fue de 2000 mL, para que el sustrato se encuentre a CC.

### **3.6.4 Siembra de embriones**

Una vez realizada la desinfección del sustrato y sacado el embrión de las semillas de rosas, se procedió a sembrar los embriones en la bandeja de germinación, que tiene un área de

0.13 m<sup>2</sup> (0.53 m x 0.26 m), con una distancia de siembra de 2,92 cm entre plantas. En total se sembró 162 embriones por bandeja (figura 15).

### **Figura 15**

*Siembra de embriones de la semilla de rosas*



#### **3.6.5 Distribución de bandejas en el invernadero**

Las bandejas donde se sembraron los embriones se colocaron bajo invernadero, la distancia entre cada bandeja fue de 0.1 m (figura 16).

### **Figura 16**

*Distribución de las bandejas en el invernadero con los distintos niveles evaluados*



### 3.6.6 *Aplicación Imidacloprid más Bifenthrin*

Se aplicó Imidacloprid más Bifenthrin de manera edáfica y foliar con el fin de controlar el fungus gnat en el estadio larvario, se realizó aplicaciones cada 15 días.

### 3.6.7 *Aplicación de Cypermethrin*

La aplicación de Cypermethrin fue de manera edáfica y foliar, esto se realizó con la ayuda de un atomizador. Esta aplicación se realizó para el control de fungus gnat en el estadio adulto, se realizó aplicaciones cada 15 días.

### 3.6.8 *Aplicación de Beauveria bassiana (Bals.-Criv.) Vuill. + Metarhizium anisopliae (Metschn.) Sorokīn. y Paecilomyces sp.*

Este consorcio de hongos entomopatógenos se aplicó de manera edáfica y foliar, con la finalidad de controlar fungus gnat en estadio adulto y larvario. Se realizó dos aplicaciones a la semana. Esta solución se aplicó en los tratamientos biológicos (*Trichoderma harzianum* y *Bacillus* sp.).

### 3.6.9 *Aplicación de fosfito potásico*

Una vez que las plántulas de *Rosa* sp. obtuvieron sus dos hojas verdaderas se aplicó la solución de fosfito potásico en todos los tratamientos, con el fin de estimular los mecanismos de autodefensas de las plántulas de rosas frente a hongos patógenos.

## Figura 17

*Aplicación de productos biológicos y químicos para el control de fungus gnat (Bradysia sp.)*



### 3.6.10 *Monitoreo de fungus gnat (Bradysia sp.)*

Se utilizó placas de color amarillo para el control y monitoreo de fungus gnat. Cada placa contó con un adhesivo pegante. Se colocó  $\frac{1}{4}$  de trampa amarilla por unidad experimental. El cambio de las trampas amarillas se realizó cada 15 días (figura 18).

#### **Figura 18**

*Monitoreo del fungus gnat en estadio adulto*



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Días a la aparición de la plúmula

Los análisis de varianza muestran que no existe interacción entre los días después de la siembra y los niveles evaluados ( $p=0.9862$ ). Sin embargo, para el factor días después de la siembra existe diferencia significativa ( $p=0.0136$ ). Mientras que para el factor nivel no existe diferencia significativa ( $p= 0.1199$ ), independientemente de los días después de la siembra, para la variable aparición de plúmula (tabla 4).

**Tabla 4**

*Análisis de varianza para la variable aparición de plúmula*

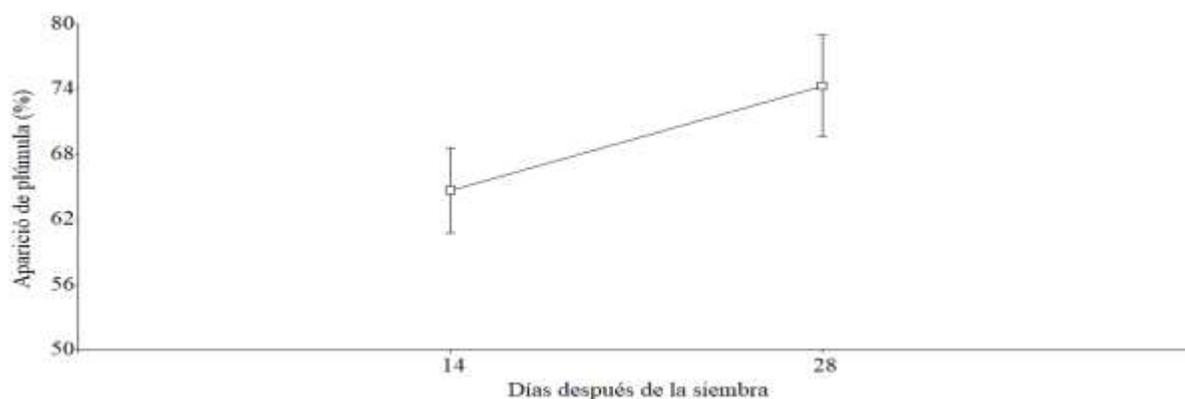
Fuente de variación	GIFv	glE.E	F	P
Días después de la siembra (DDS)	1	14	7.96	0.0136
Nivel (N)	3	14	2.32	0.1199
DDS: N	3	14	0.05	0.9862

C.V: 22%

En la Figura 19 se puede observar que el porcentaje de aparición de plúmula se incrementa un 10% del día 14 al día 28.

**Figura 19**

*Días a la aparición de plúmulas mediante diferentes tratamientos (Medias  $\pm$  Error estándar)*



Por otro lado, en los niveles evaluados no se encontró diferencia significativa, pero alcanzaron un rango de 62 a 75% de aparición de plúmula, donde el N1 registró un porcentaje de aparición de plúmula del 75%, mientras que el N2 presentó una diferencia del 7% con respecto al N1, en cambio el N3 obtuvo una diferencia del 13% con respecto a N1, por el contrario, el N4 registró una diferencia del 4% con respecto al N1.

#### 4.2 Longitud del hipocótilo

Los análisis de varianza determinaron que existe interacción entre los días después de la siembra y los niveles evaluados ( $p=0.0176$ ) para la variable altura de la planta (tabla 5).

**Tabla 5**

*Análisis de varianza para la variable altura de la planta*

Fuente de variación	glFv	glE.E	F	P
Días después de la siembra (DDS)	2	1066	79.59	0.0001
Nivel (N)	3	1066	45.89	0.0001
DDS: N	6	1066	2.57	0.0176

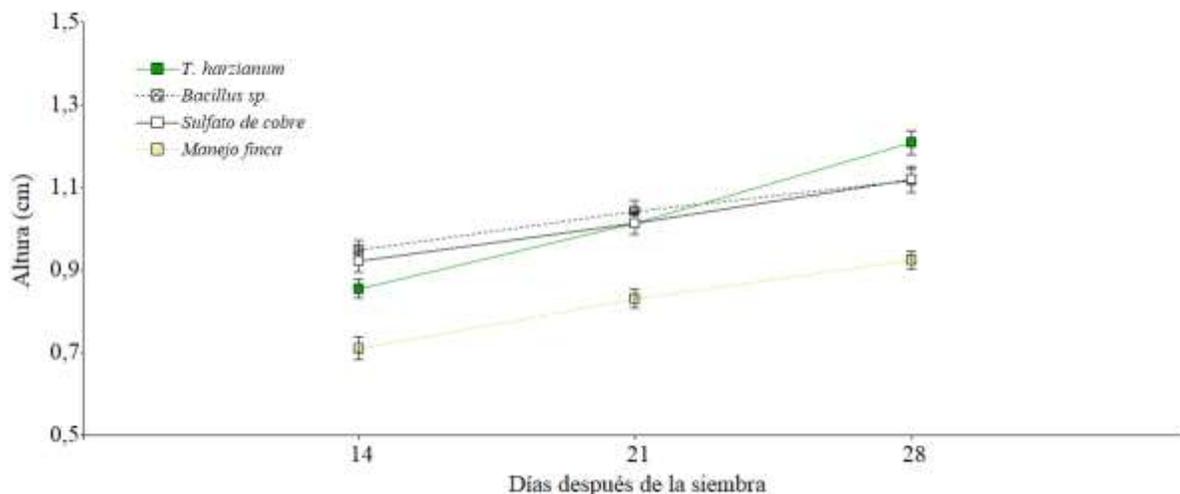
C.V: 29%

En la Figura 20 se puede apreciar que a partir del día 14 al 28 la altura de la planta va incrementando, donde la mayor altura se registró con el N1 (hongos entomopatógenos) llegando a obtener 1.21 cm a los 28 días, con un 30% de incremento de altura del día 14 al 28, mientras que el N2 (bacterias y hongos entomopatógenos) y el N3 (aplicaciones de fungicidas e insecticidas) con similares alturas entre ellos (1.12 cm), obtuvieron 0.09 cm menos que el N1, aumentando 0.17 cm y 0.2 cm respectivamente, desde el día 14 al 28. El nivel con menor altura fue el N4 (manejo de la finca) ya que para el día 28 únicamente llegó a medir 0.92 cm, obteniendo un incremento de 0.21 cm.

Con estos resultados se pueden inferir que aplicar *Trichoderma harzianum* beneficia el desarrollo de las plantas debido a que tienen la capacidad de colonizar la rizosfera de las plantas la cual ayuda a activar la resistencia sistémica inducida de la planta (González et al., 2022).

**Figura 20**

*Longitud del hipocótilo de las plántulas de rosas (Medias  $\pm$  Error estándar)*



Este resultado se asemeja al obtenido por Larios et al. (2019), quienes realizaron un estudio con cepas de *Trichoderma sp.* y fungicida (control) en plantas de *Capscum chinense* var. donde a los 14 días obtuvo una altura de 6.3 cm, incrementando 3.7 y 1 cm a los 21 y 28 días respectivamente; en cambio el testigo a los 14 días presentó una altura de 5.3 cm en el cual a los 21 y 28 días incremento su altura en 1.4 y 0.9 cm.

Mientras que en esta investigación con la aplicación de hongos entomopatógenos a los 14 días después de la siembra se obtuvo una altura de 0.85 cm, obteniendo un incremento de la misma a los 21 y 28 días de 0.16 y 0.2 cm más; a diferencia del testigo que a los 14 días después de la siembra consiguió una altura de 0.71 cm, logrando un aumento de esta a los 21 y 28 días de únicamente 0.12 y 0.09 cm más respectivamente.

### **4.3 Número de hojas verdaderas**

Los resultados del análisis de varianza mostraron que existen interacción entre los días después de la siembra y los niveles evaluados ( $p=0.0408$ ) para la variable número de hojas verdaderas (tabla 6).

**Tabla 6***Análisis de varianza para la variable número de hojas verdaderas*

<b>Fuente de variación</b>	<b>glFv</b>	<b>glE.E</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Días después de la siembra (DDS)	2	830	252.16	0.0001
Nivel (N)	3	830	6.78	0.0002
DDS: N	6	830	1.12	0.0408

La Figura 21 muestra que las hojas verdaderas se logran apreciar a partir de los 14 días después de la siembra, después de ese día el número de hojas verdaderas sigue en aumento. Donde del día 14 al día 28 existe un incremento mayor de hojas en los niveles 1, 2 y 3, mientras que el nivel 4 obtuvo menos hojas verdaderas. Pues los niveles 1 y 2 aumenten de 1 a 2 hojas verdaderas, mientras que el nivel 3 incrementa de 1 a casi 2 hojas verdaderas y el manejo de la finca no lo logra alcanzar ni las 2 hojas verdaderas del día 14 al día 28.

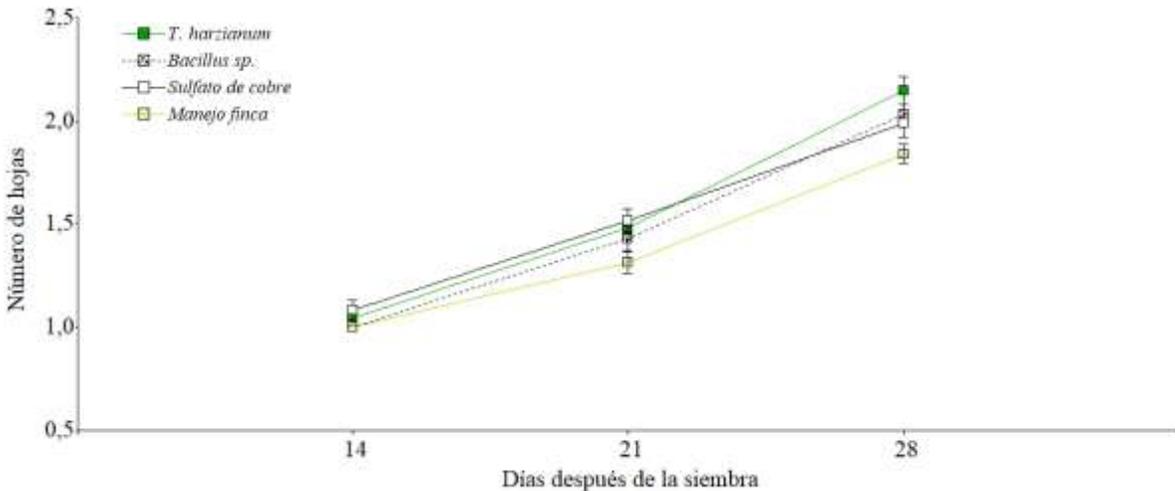
Cubillos et al. (2009), realizaron ensayos en condiciones de laboratorio e invernadero, en plantas de maracuyá con el propósito de evaluar efectos agronómicos con cepas nativas y comerciales de *Trichoderma harzianum* Rifai., siendo el mejor tratamiento la cepa comercial con  $1 \times 10^8$  conidias/mL ya que a los 2 meses registraron 7 – 8 hojas por planta, obteniendo un incremento de 2 hojas en comparación del testigo que obtuvo 5 hojas por planta. En este ensayo con la aplicación de hongos entomopatógenos, a los 28 días después de la siembra se incrementaron de 1 a 2 hojas verdaderas por planta en comparación del testigo que no alcanzó a obtener ni 2 hojas verdaderas.

Del mismo modo Cuéllar (2014), evidencio efectos positivos al utilizar *Bacillus subtilis* EA-CB0575 sobre la promoción del crecimiento en el cultivo de banano; realizó la inoculación del producto a nivel de raíz a partir de tres etapas fenológicas, donde el mejor efecto se registró en las primeras etapas, obteniendo un incremento de 38% de número de hojas respecto al control, mientras que en este ensayo se utilizó bacterias y hongos entomopatógenos donde del día 14 al

28 se obtuvo un incremento de 50 % de hojas verdaderas. Estos resultados podrían deberse a que el *Bacillus subtilis* G. promueve el crecimiento vegetal por la producción de metabolitos como auxinas, sideróforos, ácidos orgánicos y antibióticos (Anguiano et al., 2019).

### Figura 21

Número de hojas verdaderas de las plántulas de rosas (Medias  $\pm$  Error estándar)



De acuerdo con Larriba (2018), la aplicación de *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis* tienen un papel positivo en el crecimiento de las plantas, actuando como promotores del crecimiento vegetal y facilitando la absorción de los fertilizantes del suelo, lo que contribuye de manera beneficiosa al desarrollo de las plantas, pero para esto se debe tomar en cuenta factores como: el pH, la humedad, luz y temperatura.

Asimismo Cano (2011), menciona que los microorganismos presentes en la rizosfera, como es el caso de los hongos del género *Trichoderma* spp., son comúnmente considerados como agente de control biológico (BCA) y microorganismos promotores de crecimiento de las plantas (PGPM). Es posible estimular el crecimiento vegetal mediante la solubilización de compuestos orgánicos y la producción de metabolitos secundarios que funcionan de manera similar a las fitohormonas; estos elementos influyen directamente en la disponibilidad de nutrientes, mayor desarrollo de la raíz y en el estímulo del crecimiento vegetal, como es en el caso del *Trichoderma* spp.

#### 4.4 Dinámica poblacional

Para los resultados de esta variable se realizaron monitoreos directos e indirectos durante la experimentación, los cuales se mencionan a continuación:

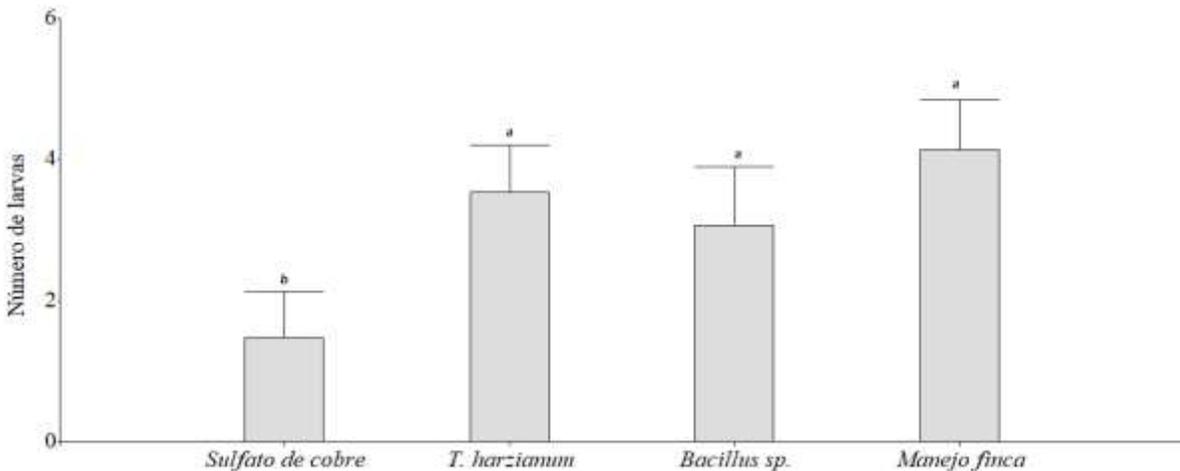
##### 4.4.1 *Larvas de fungus gnat (Bradysia sp.)*

Los análisis de varianza de modelos lineales generales y mixtos de datos paramétricos muestran que existe diferencia significativa ( $F= 2.84$ ;  $gl= 3.54$ ;  $p=0.0462$ ) entre los niveles evaluados para la variable número de larvas de fungus gnat.

Las pruebas LSD Fisher ( $\alpha=0.05$ ) indican que con la aplicación de sulfato de cobre más insecticidas (N3) el número de larvas (1.5) es menor con respecto a los otros niveles, donde las aplicaciones de *Trichoderma harzianum* Rifai. más el control biológico (N1) para fungus gnat presenta 2 larvas más; el *Bacillus sp.* más hongos entomopatógenos (N2) presenta casi 2 larvas más con respecto al nivel 3. Sin embargo, el manejo de la finca mostró alrededor de 3 larvas más que el nivel 3. Siendo similares los niveles 1, 2 y 4, que presentan el mayor número de larvas (figura 22).

#### Figura 22

*Número de larvas de fungus gnat presentes en cada nivel*



Estos resultados son similares con el obtenido por Marín-Cruz et al. (2015), quienes destacan la eficiencia del Imidacloprid sobre el control de fungus gnat en estado larvario al

aplicar dosis de 0.6 mL/L con una concentración de 350 g/L, en plantas de *Pinus montezumae* Lamb. y obtuvieron cero larvas por plantas. Sin embargo, en este estudio con la rotación que incluye Imidacloprid más Bifenthrin y Cypermethrin, se redujo solamente a dos larvas por planta. A pesar de que la dosis que se aplicó fue mayor, 3 mL/L de Imidacloprid más Bifenthrin, con una concentración de 250 g/L, en este estudio se presentan más larvas.

Por otro lado, Faeze et al. (2020) evaluaron el hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* (Metschn.) Sorokīn. con  $1 \times 10^8$  esporas/mL en laboratorio para el control de fungus gnat en estadio de larvas donde obtuvieron una mortalidad inferior al 50%; por el contrario, en esta investigación con la aplicación de *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill., *M. anisopliae* (Metschn.) Sorokīn. y *Paecilomyces* sp. en concentraciones más altas,  $2.5 \times 10^{10}$  UFC/g, redujeron un 64% de larvas con respecto al manejo de la finca.

#### 4.4.2 *Dinámica poblacional de entomofauna en trampas cromáticas*

La Tabla 7 muestra el análisis de varianza de número de especímenes, donde existe interacción entre días después de la siembra, nivel y grupo de insectos ( $p=0.0498$ ).

**Tabla 7**

*Análisis de varianza para la variable población de fungus gnat (Bradysia sp.)*

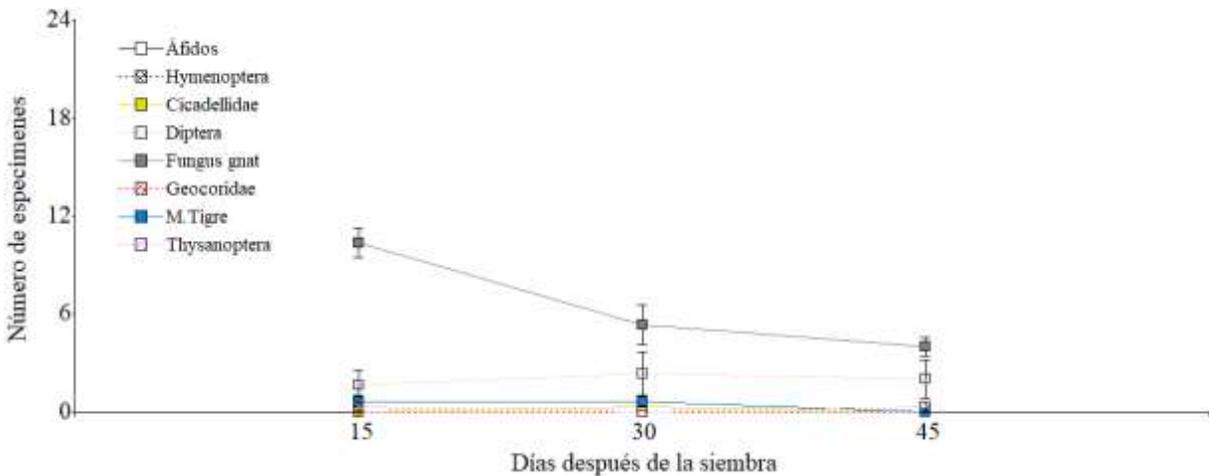
Fuente de variación	GIFv	gI.E.E	F	P
Días después de la siembra (DDS)	2	190	1.57	0.2105
Nivel (N)	3	190	0.65	0.5857
Grupo (G)	7	190	37.23	<0.0001
DDS: N	6	190	0.82	0.5556
DDS: G	14	190	3.13	0.0002
N: G	21	190	1.02	0.4377
DDS: N: G	42	190	1.08	0.0498

La Figura 23, con aplicación de hongos entomopatógenos muestra que las placas acrílicas presentaron mayor número de fungus gnat en todos los monitoreos, el día 15 se presentaron 10

individuos, mientras que al día 30 presentan 5 individuos menos, debido a que se duplicó la dosis de los hongos entomopatógenos, a los 45 días después de la siembra esta población sigue bajando a 1 individuo menos por placa acrílica, obteniendo una mortalidad casi del 61% del día 15 al día 45. A diferencia del orden Díptera que alcanzó en promedio de 2 individuos por día. Los otros grupos (Áfidos, Avispa, Cicadellidae, Hemíptera, Mosca tigre, Thysanoptera) no llegan ni a un espécimen durante el monitoreo.

**Figura 23**

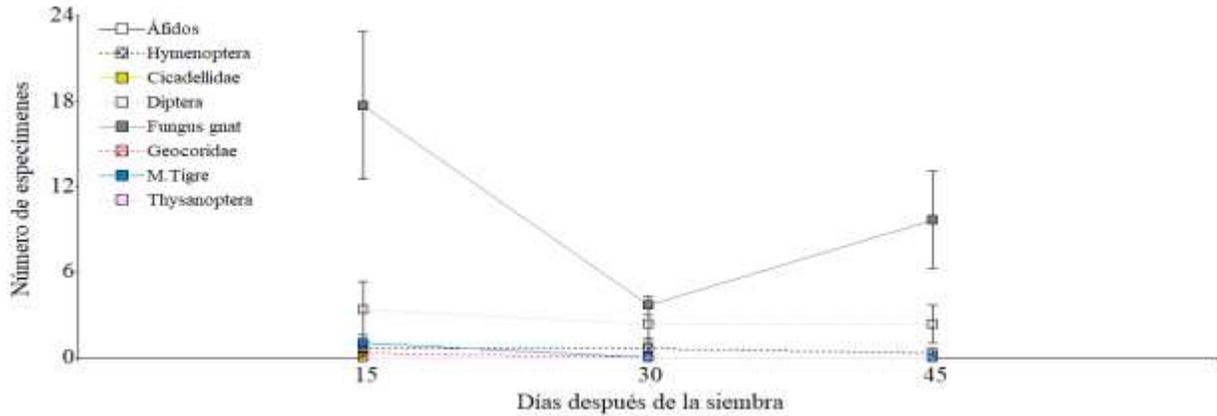
*Número de fungus gnat presentes en el nivel 1 mediante la desinfección de sustrato con trichoderma harzianum Rifai. más la aplicación de hongos entomopatógenos*



La Figura 24, con la aplicación de bacterias y hongos entomopatógenos también muestra predominancia de fungus gnat, donde el día 15 se presentaron 18 individuos, es decir 3 individuos menos que el N1; en cambio para el día 30 se reduce aproximadamente 4 individuos, a los 45 días la población incrementa a 10 individuos, consiguiendo una mortalidad del 45% del día 15 al 45. Seguido de la mosquita de la humedad (Díptera) que alcanzó un promedio de casi 3 individuos por día. Los demás grupos (Áfidos, Avispa, Cicadellidae, Hemíptera, Mosca tigre, Thysanoptera) no alcanzan ni un espécimen por placa acrílica durante los 45 días de evaluación.

**Figura 24**

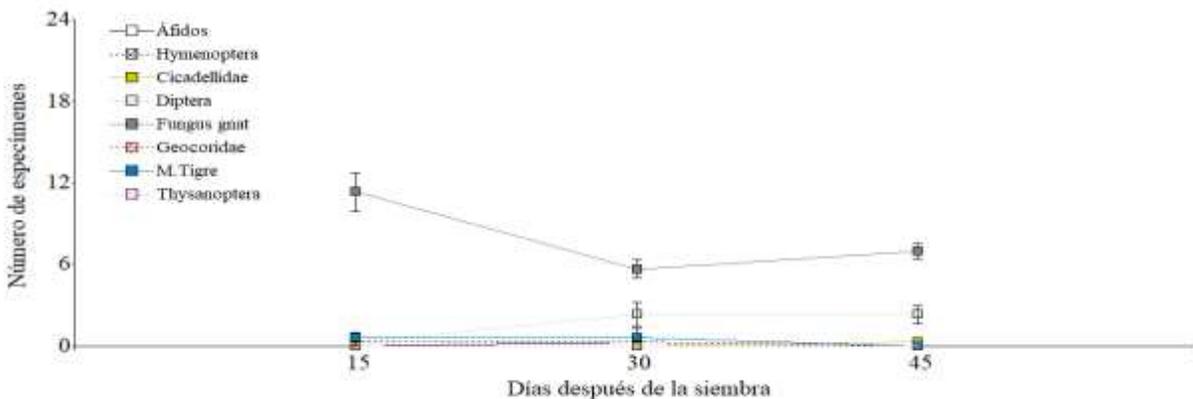
*Número de fungus gnat presentes en el nivel 2 mediante la desinfección de sustrato con Bacillus sp. más la aplicación de hongos entomopatógenos*



La Figura 25, con aplicación de insecticidas presenta de la misma forma mayor número de fungus gnat con respecto a los otros especímenes, la población al día 15 fue de 11 individuos, por el contrario, para el día 30 presenta 6 individuos menos, esto se debe a que se realizó la rotación del insecticida, mientras que a los 45 días después de la siembra la población vuelve a tener casi 2 individuos más, alcanzando una mortalidad del 60% del día 15 al día 45. Después le sigue la mosquita de la humedad (Díptera) que alcanza en promedio de alrededor de 2 individuos por día. Los otros grupos (Áfidos, Avispa, Cicadellidae, Hemíptera, Mosca tigre, Thysanoptera) no alcanzan ni un espécimen durante el monitoreo.

**Figura 25**

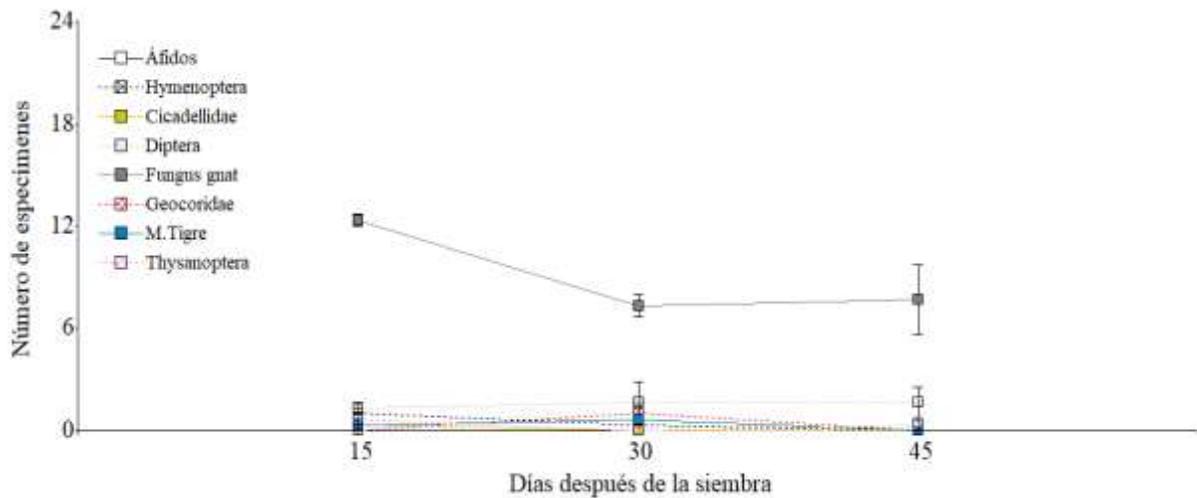
*Número de fungus gnat presentes en el nivel 3 mediante la desinfección de sustrato con sulfato de cobre pentahidratado más la aplicación de insecticidas*



La Figura 26 indica mayor presencia de fungus gnat con respecto a los demás especímenes, donde a los 15 días después de la siembra la población fue de 12 individuos, mientras que el día 30 se observa 5 individuos menos, pero a los 45 días la población sube a 7 individuos, alcanzando una mortalidad de 38% del día 15 al 45. Seguido de la mosquita de la humedad (Díptera) que alcanzó un promedio de casi 2 individuos por día. Los demás grupos (Áfidos, Avispa, Cicadellidae, Hemíptera, Mosca tigre, Thysanoptera) no alcanzan ni un espécimen por placa acrílica durante los 45 días de evaluación.

**Figura 26**

*Número de fungus gnat presentes en el nivel 4, manejo de la finca*



Con respecto a la comparación entre niveles, la dinámica poblacional de fungus gnat presentó variación durante el tiempo de evaluación, ya que, a los 15 días después de la siembra los niveles con mayor población de fueron el N2 y N4, con 18 y 12 individuos por placa acrílica, mientras que los niveles con menor población fueron el N1 y N3, con 10 y 11 individuos respectivamente. Para los 30 días después de la siembra todos los niveles bajan la población, siendo el N2 el que menor larvas presentó, con 4 individuos por trampa, en cambio los demás niveles obtuvieron entre 5 y 7 individuos por trampa. Para la última fecha de evaluación que fue a los 45 días después de la siembra, el nivel que continuó bajando la población fue el N1 ya que registró 4 individuos por placa acrílica, por lo contrario, los demás niveles incrementaron nuevamente la población entre 7 y 10 individuos por placa acrílica, a pesar de que la población nuevamente sube a los 45 días, no pasan de 10 individuos por trampa acrílica.

Efectos similares se registraron en un estudio realizado por Marín et al. (2017), en laboratorio donde utilizaron metabolitos y conidios de *B. bassiana* para el control de fungus gnat y mostraron una mayor actividad insecticida a los 20 días con una mortalidad del 47.5 y 42.1%, respectivamente, sin embargo, en este estudio con la aplicación de hongos entomopatógenos se redujo del día 15 al 30 un 48%.

Asimismo Mazzutti (2019), evaluó los insecticidas Imidacloprid más Azadiractina y el acaro *Stratiolaelaps scimitus*, en el control de fungus gnat en plantas de tabaco y registró una mayor reducción con el insecticida ya que alcanzó un promedio de 12 individuos por día, en comparación con el acaro *Stratiolaelaps scimitus* y el control que obtuvieron un promedio de 13 y 24 individuos por trampa respectivamente. A diferencia de esta investigación en donde se aplicó la rotación de insecticidas (Imidacloprid más Bifenthrin y Cypermethrin) y se registró un promedio de 8 individuos por día, se considera que el Cypermethrin controla el fungus gnat en estadio adulto (Monroy, 2019).

#### **4.5 Incidencia de la enfermedad (Damping-off)**

Los resultados del análisis de varianza para datos no paramétricos, Prueba Friedman indican que existe interacción ( $T^2=3.5$ ;  $p=0.0001$ ) entre los días después de la siembra y los niveles evaluados para la variable porcentaje de incidencia de la enfermedad.

En la Figura 27 se puede observar que los primeros síntomas se presentan a partir de los 21 días después de la siembra en todos los niveles. Siendo la aplicación de hongos entomopatógenos (N1) con menor incidencia de enfermedad con un 0.44%, mientras que los demás niveles presentan menos del 3% de incidencia. Para el día 29 el N1 sigue bajando la incidencia a 0.19% menos, en cambio los demás niveles mantienen el mismo porcentaje de incidencia del día 21. Al día 30 el N1 sube un 0.34% más que el día 29, el sulfato de cobre más insecticidas (N3) se mantiene igual que el día 29, a diferencia del N3 y N4 (manejo de la finca) que presentaron un 1% de incidencia de la enfermedad.

De igual forma en el día 31 la incidencia de la enfermedad sube en el N1 y N4 un 1.84% y 1.58 más que el día 30, a diferencia que el N2 y N3 que bajan casi 1%. Mientras que del día 32 al día 34 todos los niveles bajan teniendo una incidencia entre 1 y casi 5%. Por otro lado, el día

35 el N1 tiene 3% de incidencia, el N2, N3 y N4 presentaron 0.81, 0.22 y 1.27% respectivamente.

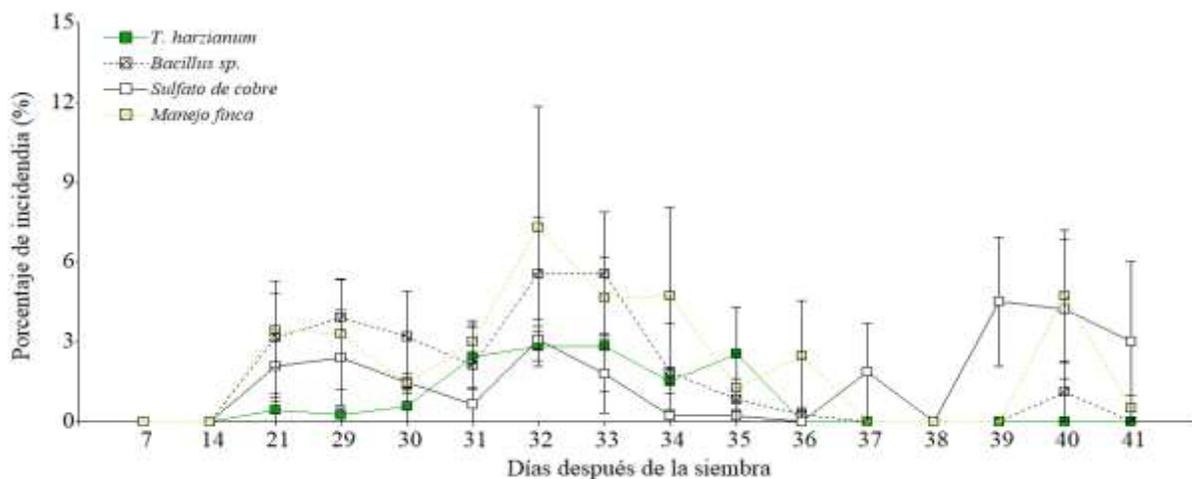
Al contrario, a los 36 días los niveles 1, 2 y 3 bajan a un 0% de incidencia, mientras que el N4 sube 1.2% más que el día 35. Asimismo, el día 37 el nivel 1 y 2 se mantiene en un 0% de incidencia, a diferencia del N3 que baja la incidencia a un 0%, en cambio el N2 sube un 1.85% más que el día 36. Para los días 38 y 39 todos los niveles presentan un 0% de incidencia a excepción del N2 que en día 39 presentó un 5% de la incidencia.

Por otro lado, en el día 40 solamente el N1 se mantiene con 0% de incidencia, en cambio el N2 presenta un 1% y los niveles 3 y 4 presentaron entre 4 y 5% de incidencia. Finalmente, a los 41 días los niveles 1 y 2 presentan 0% de incidencia de la enfermedad, aunque el N4 únicamente presentó un 0.5% más que los niveles 1 y 2, pero el nivel 3 presentó un 3% más de incidencia de la enfermedad.

Resultados similares fueron obtenidos por Rivadeneira (2022), al evaluar el producto químico Hymexazol, el producto biológico *T. harzianum* y el testigo con agua para el control de Damping-off en plantas de jacarandá, donde a los 45 días después de la siembra que se realizó la evaluación, obtuvo un 0% de incidencia de la enfermedad tanto con el producto químico como con el biológico. De la misma manera en este estudio, a los 41 días con la aplicación de hongos entomopatógenos se registró un 0% de incidencia de Damping-off en plántulas de rosas.

### Figura 27

Porcentaje de incidencia de Damping-off en plántulas de rosas (Medias  $\pm$  Error estándar)



Por otro lado, un estudio realizado por Larios et al. (2019), donde evaluaron el fungicida Captan y productos biológicos como: *Trichoderma* sp. y Tri-HB® (*T. harzianum* Rifai. y *Bacillus subtilis* G.) en plantas de *Capsicum chinense* var. en el que a los 14 días el Tri-HB® y Captan presentaron síntomas de la enfermedad con 1 y 2%. Mientras que a los 21 y 28 días los tratamientos no mostraron diferencia significativa ya que obtuvieron entre 1 y 2% de incidencia, a diferencia del tratamiento con *Trichoderma* sp. que no presentó plantas con síntomas de Damping-off durante la evaluación. En cambio, en esta investigación a los 14, 21 y 28 días después de la siembra con la aplicación de hongos entomopatógenos se evidenció menos del 1% de incidencia de enfermedad.

#### **4.6 Sobrevivencia**

Los análisis de varianza de modelos lineales generales y mixtos de datos paramétricos muestran que no existe diferencia significativa ( $F= 3$ ;  $gl= 6.07$ ;  $p=0.5681$ ) entre los niveles evaluados para la variable sobrevivencia.

Lo cual quiere decir que, estadísticamente se ubican bajo rangos similares, donde los niveles 2, 3 y 4 presentan una sobrevivencia del 77%, mientras que el nivel 1 registró una diferencia de 12% con respecto a esos niveles.

Estos resultados son similares con un estudio realizado por Ben et al. (2017), ellos realizaron pruebas en laboratorio para el controlar del marchitamiento por *Fusarium* en tomate Rania con cinco cepas de *Bacillus* spp. donde las 5 cepas redujeron significativamente la gravedad del marchitamiento por *Fusarium* entre un 87% en comparación con el testigo. Sin embargo, en esta investigación al utilizar bacterias y hongos entomopatógenos se obtuvo un 77% se sobrevivencia.

Por otro lado, estos resultados no coinciden con los obtenidos por Quinapanta (2012), ya que evaluó *Trichoderma harzianum* Rifai. para el control de Damping-off sobre almácigo de *Brassica oleracea* var. *Botrytis* donde a los 28 y 35 días después de la siembra alcanzó una sobrevivencia del 95,90 y 94,67% respectivamente. Al contrario, en este estudio al evaluar hongos entomopatógenos, a los 30 días se obtuvo una sobrevivencia del 66%, esto se debe a que al inicio del experimento hubo una sobre colonización de *T. harzianum* Rifai. lo cual registró un 20% de mortalidad de plántulas de rosas.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

- La aplicación de hongos entomopatógenos presentó mejores características de desarrollo, mayor porcentaje de aparición de plúmula, tamaño del hipocótilo y número de hojas verdaderas.
- Mediante la aplicación de insecticidas se logra reducir a casi dos larvas de fungus gnat por planta con respecto al manejo de la finca, en donde se pudo observar el doble de larvas por planta. Mientras que, al aplicar hongos entomopatógenos se reduce a 4 individuos de fungus gnat adultos por placa acrílica en comparación del manejo de la finca que registró el doble de individuos. La combinación de productos químicos y biológicos a resultado en la disminución tanta de la población adulta como larvaria de esta plaga, evitando así daños significativos en las plántulas de rosas.
- Al final del experimento, con la aplicación de bacterias y hongos entomopatógenos, no se muestran síntomas de Damping-off en comparación con la aplicación de productos químicos, con un 3% de incidencia de la enfermedad.

#### **5.2 RECOMENDACIONES**

- Realizar la aplicación de hongos entomopatógenos durante toda la etapa fenológica de las plántulas de rosas en propagación para evitar enfermedades fúngicas que pueden afectar su desarrollo.
- Elaborar un manejo integrado de plagas durante la etapa de propagación, mediante la rotación de productos químicos y biológicos para el control de fungus gnat tanto en el estadio larvario y adulto.

## REFERENCIAS VI

- Acosta, A. G., Rocha, R. A. M., López, M., Sánchez, M. d. I. L. H., & Castro, A. G. (2013). Alternativas para el manejo de Damping off en plántulas de tomate *Lycopersicum esculentum* Mill (L, 1753)(Solanales: Solanaceae). *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 1(1), 1-10.
- Aguirre, N. M. (2013). *Métodos de desinfección de sustrato para el control de Damping-off en semillero de Teca (Tectona grandis Linn F.), bajo invernadero en la Empresa Seragroforest, provincia Santo Domingo de los Tsáchilas Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*].
- Ajvad, F. T., Madadi, H., Michaud, J. P., Zafari, D., & Khanjani, M. (2020). Combined applications of an entomopathogenic fungus and a predatory mite to control fungus gnats (Diptera: Sciaridae) in mushroom production. *Biological Control*, 141, 104101.
- Alvarado, E., & Matta, J. (2016). Reporte de la mosca del mantillo Fungus Gnat (*Bradysia* Spp) en invernaderos del Valle de Quibor, Estado Lara, Venezuela.
- Andrade, K., & Chávez, P. (2022). Análisis del sector florícola del Ecuador: Una visión prospectiva para el año 2050.
- Anguiano, C., J. C., Flores, O., A., Olalde, P., V., Arredondo, V., R., & Laredo, A., E. I. (2019). Evaluación de cepas de *Bacillus subtilis* como promotoras de crecimiento vegetal. *Revista bio ciencias*, 6, 13-pág.
- Araiza, M. D. S., & Salazar, E. (2003). Importancia del uso adecuado de agentes de control biológico. *Acta universitaria*, 13(1), 29-35.
- Arzate, F. A., Reyes, D. J. I., & Piña, E. J. L. (2014). *Técnicas tradicionales y biotecnológicas en el mejoramiento genético del rosal*. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Ben, A. R. A., Stedel, C., Garagounis, C., Nefzi, A., Jabnoun-Khiareddine, H., Papadopoulou, K. K., & Daami-Remadi, M. (2017). Involvement of lipopeptide antibiotics and chitinase genes and induction of host defense in suppression of *Fusarium* wilt by endophytic *Bacillus* spp. in tomato. *Crop Protection*, 99, 45-58. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cropro.2017.05.008>
- Bravo, R., Zela Uscamayta, K., & Lima-Medina, I. (2020). Eficiencia de trampas pegantes de colores en la captura de insectos de hortalizas de hoja. *Scientia Agropecuaria*, 11(1), 61-66.
- Cajilema, D. M. (2022). *El posicionamiento del sector florícola en el Ecuador. Un estudio de estructura de mercado*

- Cano, M. A. (2011). Interacción de microorganismos benéficos en plantas: Micorrizas, *Trichoderma* spp. y *Pseudomonas* spp. Una revisión. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 14(2), 15-31.
- Castilla, Y. (2005). Cultivo de tejidos de rosas (*Rosa* sp): un acercamiento a investigaciones recientes. *Cultivos tropicales*, 26(4), 43-47.
- Cisneros, F. (1995). Control de plagas agrícolas. *Lima. Perú*.
- Cloyd, R. A. (2008). Management of fungus gnats (*Bradysia* spp.) in greenhouses and nurseries. *Floriculture and Ornamental Biotechnology*, 2(2), 84-89.
- Cloyd, R. A. (2015). Ecología de los mosquitos de los hongos (*Bradysia* spp.) en sistemas de producción en invernadero asociados con interacciones entre enfermedades y estrategias de manejo alternativas. *Insects*, 6(2), 325-332.
- Corrales-Ramírez Msc, L. C., Caycedo-Lozano, L., Gómez-Méndez, M. A., Ramos-Rojas, S. J., & Rodríguez-Torres, J. N. (2017). *Bacillus* spp: una alternativa para la promoción vegetal por dos caminos enzimáticos. *Nova*, 15(27), 46-65.
- Cruz, V. H. M., Navarro, S. R., Florido, J. E. B., & Tovar, D. C. (2015). Hongos entomopatógenos y sus metabolitos, una alternativa sustentable para el control de plagas en viveros forestales y agricultura protegida: caso *Bradysia impatiens* (Johannsen). *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*(30), 111-134.
- Cubillos, J., Valero, N., & Mejía, L. (2009). *Trichoderma harzianum* como promotor del crecimiento vegetal del maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener). *Agronomía Colombiana*, 27(1), 81-86.
- Cuéllar, G. Z. T. (2014). *Evaluación de la promoción de crecimiento de bacillus subtilis ea-cb0575 en cultivos de banano, crisantemo y café* Universidad EAFIT].
- Duarte, Y., Pino, O., & Martínez, B. (2013). Efecto de cuatro aceites esenciales sobre *Fusarium* spp. *Revista de Protección Vegetal*, 28(3), 232-235.
- Estacio, M. L. A. (2022). Liberación inoculativa de *Coenosia attenuata* stein en el cultivo de *Gypsophila paniculata* para el control de *Liriomyza* spp. en la empresa “Clarivel Ltda.”, Chavezpamba.
- Faeze, A. j., Madadi, H., Michaud, J., Zafari, D., & Khanjani, M. (2020). Aplicaciones combinadas de un hongo entomopatógeno y un ácaro depredador para el control de mosquitos fungosos (Diptera: Sciaridae) en la producción de hongos. *Biological Control*, 141, 104101. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.104101>

- Fernández, C. J. S. (2020). Evaluación De Repelentes Para Control De Thrips (*Frankliniella Occidentalis*) En El Cultivo De Rosa Bajo Invernadero En La Finca Hosa Providencia–Madrid, Cundinamarca.
- Guerrero, K. (2014). *Control de Damping off en arveja (Pisum sativum.), utilizando Trichoderma harzianum, fosfito potásico, CaCO<sub>3</sub> y Proganic Mega*
- Guillén, C. R., Hernández-Castillo, F. D., Gallegos-Morales, G., Rodríguez-Herrera, R., Aguilar-González, C. N., Padrón-Corral, E., & Reyes-Valdés, M. H. (2006). *Bacillus spp. como biocontrol en un suelo infestado con Fusarium spp., Rhizoctonia solani Kühn y Phytophthora capsici Leonian y su efecto en el desarrollo y rendimiento del cultivo de chile (Capsicum annum L.). Revista Mexicana de Fitopatología, 24(2), 105-114.*
- Hidalgo, J. L. (2017). *La situación actual de la sustitución de insumos agroquímicos por productos biológicos como estrategia en la producción agrícola: El sector florícola ecuatoriano* Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador].
- Holeman, D. J. (2009). Cultivo de embriones simples para fitomejoradores Manual de técnica para la extracción y germinación in vitro de embriones de plantas maduras con énfasis en la rosa.
- Howell, H. N., & Andrews, K. L. (1987). Utilización de prácticas culturales en manejo integrado de plagas. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología Número 01 (Junio 1987).*
- Hoyos-Carvajal, L., Chaparro, P., Abramsky, M., Chet, I., & Orduz, S. (2008). Evaluación de aislamientos de *Trichoderma spp.* contra *Rhizoctonia solani* y *Sclerotium rolfsii* bajo condiciones in vitro y de invernadero. *Agronomía Colombiana, 26(3), 451-458.*
- Hurley, B. P., Govender, P., Coutinho, T. A., Wingfield, B. D., & Wingfield, M. J. (2007). Fungus gnats and other Diptera in South African forestry nurseries and their possible association with the pitch canker fungus. *South African Journal of Science, 103(1-2), 43-46.*
- Jeong, J.-H., Jeon, Y.-D., Lee, O. M., Kim, J.-D., Lee, N.-R., Park, G.-T., & Son, H.-J. (2010). Characterization of a multifunctional feather-degrading *Bacillus subtilis* isolated from forest soil. *Biodegradation, 21(6), 1029-1040.*
- Larios, L. E. J., Valdovinos Nava, J. d. J. W., Chan Cupul, W., García López, F. A., Manzo Sánchez, G., & Buenrostro Nava, M. T. (2019). Biocontrol de Damping off y promoción del crecimiento vegetativo en plantas de *Capsicum chinense* (Jacq) con *Trichoderma spp.* *Revista mexicana de ciencias agrícolas, 10(3), 471-483.*
- Larriba, T. J. L. (2018). *Trichoderma harzianum y Bacillus Subtilis promotores del desarrollo en plántulas de caña de azúcar de cultivo de tejidos*

- Laskowski, L., & Bautista, D. (2003). Estudio fenológico del crecimiento y desarrollo de la plántula de semeruco *Malpighia emarginata* DC. *Bioagro*, 15(3), 183-191.
- López, O. A. C. (2021). Bioestimulación del crecimiento del botón floral en el cultivo de rosa (*Rosa* sp.), variedad Orange Crush.
- Maldonado, H. R. (2022). *Implementación de un protocolo para la obtención de callo in vitro a partir de hojas de rosas de corte (Rosa hybrida L.)*
- Mansilla, M. P., R. Pérez. (2001). Estudio sobre la biología y control de *Bradysia paupera* Tuomi-koski (= *Bradysia difformis* Frey)(Diptera: Sciaridae).
- Martín, F., & Loper, J. (1999). Enfermedades de las plantas transmitidas por el suelo causadas por *Pythium* spp.: ecología, epidemiología y perspectivas para el control biológico. *Critical reviews in plant sciences*, 18(2), 111-181.
- Marín, V. H., Rodríguez-Navarro, S., Barranco-Florido, J. E., & Cibrián-Tovar, D. (2017). Actividad insectistática e insecticida de *Beauveria bassiana* en *Bradysia impatiens* (Diptera: Sciaridae). *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 23(3), 329-340.
- Marín-Cruz, V. H., Cibrián-Tovar, D., Méndez-Montiel, J. T., Pérez-Vera, O. A., & Cadena-Meneses, J. A. (2015). Control del mosco fungoso negro, *Lycoriella ingenua* (Dufour, 1839) y *Bradysia impatiens* (Johannsen, 1912)(Dipteria: Sciaridae) en *Pinus montezumae* Lamb. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 6(27), 90-101.
- Marín-Cruz, V. H., Rodríguez-Navarro, S., Barranco-Florido, J. E., & Cibrián-Tovar, D. (2017). Actividad insectistática e insecticida de *Beauveria bassiana* en *Bradysia impatiens* (Diptera: Sciaridae). *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 23(3), 329-340.
- Mazzutti, M. (2019). Controle biológico do fungus gnats (*Bradysia matogrossensis*) na produção de mudas de tabaco.
- Medrano, E. A. M., & Ortuño, N. (2007). *Control del Damping off mediante la aplicación de bioinsumos en almácigos de cebolla en el Valle Alto de Cochabamba-Bolivia* [Universidad Católica Boliviana].
- Monroy, M. R. (2019). *Control de Fungus gnat durante el enraizamiento ex vitro de esquejes de planta de papa* [Universidad Autónoma del Estado de México].
- Nasner, G., & Yasman, K. (2014). Control de Damping off en arveja (*Pisum sativum*.), utilizando *Trichoderma harzianum*, fosfito potásico, CaCO<sub>3</sub> y Proganic Mega.
- Nemati, S. (2019, Jun 24-28). Mosquitos de hongos y medios de cultivo. *Acta Horticulturae* [III simposio internacional sobre medios de cultivo, compostaje y análisis de sustratos]. 3rd

International Symposium on Growing Media, Composting and Substrate Analysis, Milan, ITALY.

- Nina, G. S. C., & Villacorta, M. W. B. (2021). Importancia y beneficios del Trichoderma en la producción agrícola: Gonzalo Santos Colquehuanca Nina, Medardo Wilfredo Blanco Villacorta. *Revista Estudiantil AGRO-VET*, 5(2), 78-82.
- Poveda, L. M. (2021). Sector florícola ecuatoriano y afectación en mercado internacional a causa del covid19: Ecuadorian flower sector and impact on the international market due to covid19. *South Florida Journal of Development*, 2(3), 4609-4621.
- Pucheta, M. (2006). *Evaluación del efecto insecticida de Beauveria bassiana, Metarhizium anisopliae, y Paecilomyces fumosoroseous, sobre mosca blanca (Bemisia tabaci) en frijol (Phaseolus vulgaris)* Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco].
- Quimbiamba, C. O. (2019). *Evaluación de la propagación de rosa (Rosa SPP) por estacas mediante el uso de ácido naftalenacético en el cantón Pedro Moncayo-Pichincha*
- Quinapanta, C. L. M. (2012). *Evaluación de un método biológico para el control de Damping off*
- Ramírez, Z. G., & Chávez, S. J. (2014). Mejoramiento genético en ornamentales del Estado de México. *México: Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México*.
- Rivadeneira, S. O. V. (2022). *Evaluación del producto químico hymexazol y del producto biológico Trichoderma harzianum para el control de Damping off en plantas de jacarandá (Jacaranda mimosifolia D. DON)* Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].
- Ruano, M. J., & Benavides, E. D. (2018). Evaluación de tasas de germinación, supervivencia y desarrollo de cuatro especies nativas altoandinas en vivero y en un área degradada en la provincia Carchi.
- Ríos, E. L. V. (2014). Caracteres principales, ventajas y beneficios agrícolas que aporta el uso de Trichoderma como control biológico. *Revista Científica Agroecosistemas*, 2(1).
- Stukenberg, N., Ahrens, N., & Poehling, H. (2018). Orientación visual del mosquito negro del hongo, *Bradysia difformis*, explorado usando LED. *ENTOMOLOGIA EXPERIMENTALIS ET APPLICATA*, 166(2), 113-123. <https://doi.org/10.1111/eea.12652>
- Tejeda, O., Ríos-Barreto, Y., Trejo-Téllez, L. I., & Vaquera-Huerta, H. (2015). Caracterización de la producción y comercialización de flor de corte en Texcoco, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(5), 1105-1118.

- Tejera-Hernández, B., Rojas-Badía, M. M., & Heydrich-Pérez, M. (2011). Potencialidades del género *Bacillus* en la promoción del crecimiento vegetal y el control biológico de hongos fitopatógenos. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, 42(3), 131-138.
- Tito, L. E. (2014). *Efecto del sulfato de cobre pentahidratado sobre patógenos foliares en tres densidades poblacionales en el cultivo de arroz (Oryza sativa L.)* Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Agrarias].
- Vallejo, L. F., Uribe, S. I., & Vélez, I. D. (1996). Identificación de hongos patógenos para *Lutzomyia* sp (Diptera Psychodidae) vectores de leishmaniosis.
- Velásquez, H. S. (2016). La Floricultura en el Ecuador. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*, 26-29.
- Vico, I. (2007). Amortiguación. *Savremeni povrtar (Serbia)*.
- Viera-Arroyo, W. F., Tello-Torres, C. M., Martínez-Salinas, A. A., Navia-Santillán, D. F., Medina-Rivera, L. A., Delgado-Párraga, A. G., . . . Vásquez-Castillo, W. A. (2020). Control Biológico: Una herramienta para una agricultura sustentable, un punto de vista de sus beneficios en Ecuador. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 8(2), 128-149.
- Villacrés, M. R. (2016). *Evaluación de azolla (Azolla filiculoides) como sustrato en la propagación sexual de dos variedades de amaranto; amaranto blanco (Amaranthus hypocondriacus L.) y sangoracha (Amaranthus quitensis L.)*
- Villanueva, E., Ibanez-Bernal, S., Lomeli-Flores, J. R., & Valdez-Carrasco, J. (2013). Identificación y caracterización de la mosca negra *Bradysia difformis* (Diptera: Sciaridae) en el cultivo de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima*) en el centro de México. *Acta zoológica mexicana*, 29(2), 363-375.
- Villavicencio, C. J. C., Carrión, C. M. G., Salcedo-Muñoz, V. E., & Sotomayor-Pereira, J. G. (2021). El sector florícola del Ecuador y su aporte a la balanza comercial agropecuaria: periodo 2009–2020. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 8(1), 74-82.
- Young, A. (2004). El cultivo del rosal y su propagación. *Cultivos tropicales*, 25(2), 53-67.

## Anexos

### Anexo A: Adecuación del área de estudio



### Anexo B: Instalación del experimento



### Anexo C: Aparición de plúmula en los distintos bloques



**Anexo C:** Daños causados por fungus gnat



**Anexo D:** Trasplante y codificación de las plántulas de rosas

