



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE  
MÉXICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**ESPECIALIDAD EN FLORICULTURA**

**PROYECTO TERMINAL**

**“EFECTO DEL CONTROL BIORRACIONAL,  
BIOLÓGICO Y QUÍMICO DE *BOTRYTIS* EN ROSA  
(*ROSA* SP.)”**

**PRESENTA**

**ING. DIANA CAROLINA ESQUIVEL GARDUÑO**

**TUTOR**

**DRA MARTHA LIDYA SALGADO SICLÁN**

**CAMPUS UNIVERSITARIO EL CERRILLO, PIEDRAS BLANCAS,  
TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO, ENERO DE 2026.**



## ÍNDICE

ÍNDICE.....	2
ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS .....	5
RESUMEN.....	7
Summary.....	8
1. INTRODUCCIÓN .....	9
2. JUSTIFICACIÓN.....	10
3. OBJETIVOS.....	10
3.1. OBJETIVO GENERAL: .....	10
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS: .....	10
4. HIPÓTESIS .....	10
5. REVISIÓN DE LITERATURA.....	11
5.1. IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL CULTIVO.....	11
5.2. ASPECTOS GENERALES DEL CULTIVO DE ROSA .....	12
5.3. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS .....	12
5.3.1. Luz.....	12
5.3.2. Temperatura.....	12
5.3.3. Humedad relativa.....	12
5.3.4. Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ).....	13
5.4. ENFERMEDADES DEL ROSAL .....	13
5.4.1. Mancha negra.....	13
5.4.2. Antracnosis .....	14
5.4.3. Cancros .....	14
5.4.4. Agalla de la corona .....	15
5.4.5. Mildiú veloso .....	16
5.4.6. Mildiú polvoriento .....	16
5.4.7. Arrosetamineto de la rosa .....	17
5.4.8. Roya.....	17
5.4.9. Virus.....	18
5.4.10. Tizón por <i>Botrytis cinerea</i> [teleomorfo: <i>Botryotinia fuckeliana</i> (de Bary) Whetzel] 19	
Clasificación taxonómica de <i>Botrytis cinerea</i> .....	19

5.5.	MANEJO INTEGRADO .....	21
5.5.1.	CONTROL QUÍMICO .....	21
5.5.2.	CONTROL BIOLÓGICO.....	21
5.5.2.1.	Trichoderma spp.....	22
5.5.2.2.	Bacillus spp. ....	23
5.5.3.	CONTROL BIORRACIONAL .....	23
5.6.	PRODUCTOS COMERCIALES A UTILIZAR EN EL PROYECTO.....	24
5.6.1	BIOCANELA® .....	24
5.6.2	Vitaextrae® Gobernadora.....	24
5.6.3	SPECTRUM® Trico-Bio.....	25
5.6.4	FUNGIFREE® .....	26
5.6.5	SPORTAK® .....	27
5.7.	MANEJO POSTCOSECHA.....	28
6.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	29
6.1.	Localización del experimento.....	29
6.2.	Obtención del inóculo.....	29
6.3.	PRUEBAS DE PATOGENICIDAD DE <i>B. CINEREA</i> EN PÉTALOS DE ROSA ..	30
6.3.1.	Pruebas de patogenicidad inoculando con micelio crecido en agar.....	30
6.3.2.	Pruebas de patogenicidad a diferentes concentraciones de <i>B. cinerea</i> (conidios/mL) .....	33
6.3.3.	Pruebas de patogenicidad de <i>Botrytis</i> probando condiciones de desarrollo de la enfermedad (con y sin herida, con y sin aspersión de agua) .....	35
6.4.	PRUEBAS DE CONTROL <i>IN VITRO</i> DE <i>BOTRYTIS</i> CON PRODUCTOS COMERCIALES .....	36
6.4.1.	Evaluación de la actividad antifúngica del extracto de canela y gobernadora contra <i>B. cinerea in vitro</i> .....	37
6.4.2.	Evaluación del antagonismo de los microorganismos aislados de productos comerciales .....	38
6.4.3.	Evaluación del producto químico (Procloraz) a diferentes concentraciones .....	39
6.4.4.	Evaluación de los productos biorracionales biológicos, y químicos en el control de <i>B. cinerea in vitro</i> .....	40
6.5.	PRUEBAS DE CONTROL DE <i>BOTRYTIS</i> CON PRODUCTOS COMERCIALES <i>IN VIVO</i> .....	43
7.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	47

7.1.	PRUEBAS DE PATOGENICIDAD DE <i>B. CINEREA</i> EN PÉTALOS DE ROSA ..	47
7.1.1.	Pruebas de patogenicidad inoculando con micelio crecido en agar.....	47
7.1.2.	Pruebas de patogenicidad a diferentes concentraciones de <i>B. cinerea</i> (conidios/mL) .....	51
7.1.3.	Pruebas de patogenicidad de <i>Botrytis</i> empleando diferentes condiciones en el desarrollo de la enfermedad (con y sin herida, con aspersión y sin aspersión de agua).....	53
7.2.	PRUEBAS DE CONTROL <i>IN VITRO</i> DE <i>BOTRYTIS</i> CON PRODUCTOS COMERCIALES .....	57
7.2.1.	Evaluación de la actividad antifúngica del extracto de canela y gobernadora contra <i>B. cinerea in vitro</i> .....	57
7.2.2.	Evaluación del antagonismo de los microorganismos aislados de productos comerciales .....	61
7.2.3.	Evaluación del producto químico (Procloraz) a diferentes concentraciones .....	63
7.2.4.	Evaluación de los productos biorracionales biológicos, y químicos en el control de <i>B. cinerea in vitro</i> .....	66
7.3.	PRUEBAS DE CONTROL DE <i>BOTRYTIS</i> CON PRODUCTOS COMERCIALES <i>IN VIVO</i> .....	70
8.	CONCLUSIÓN .....	75
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	76

## ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 1. Tratamientos evaluados para el control <i>in vitro</i> de <i>Botrytis cinerea</i>	41
Cuadro 2. Tratamientos evaluados para el control <i>in vivo</i> del moho gris ( <i>Botrytis cinerea</i> ) en botones de rosa.....	46
Cuadro 3. Porcentaje de severidad del crecimiento de <i>B. cinérea</i> en pétalos de rosa inoculado con micelio.....	47
Cuadro 4. Área bajo la curva de <i>B. cinérea</i> en pétalos de rosa inoculado con micelio ....	48
Cuadro 5. Área dañada por <i>B. cinerea</i> en pétalos de rosa inoculado con micelio, evaluado con el software Imagen J .....	49
Cuadro 6. Crecimiento diario de <i>B. cinerea</i> en pétalos de rosa inoculado con diferentes concentraciones de conidios .....	51
Cuadro 7. Diámetro de lesión por <i>B. cinerea</i> en pétalos de rosa en diferentes condiciones de incubación .....	54
Cuadro 8. Comparación de respuesta de crecimiento <i>in vitro</i> de <i>Botrytis</i> con diferentes productos biorracionales, biológicos y químicos.....	66
Cuadro 9. Porcentaje de incidencia de <i>B. cinerea</i> en botones de rosa con diferentes productos biorracionales, biológicos y químicos.....	71
Cuadro 10. Porcentaje de severidad de <i>B. cinerea</i> en botones de rosa con diferentes productos biorracionales, biológicos y químicos.....	71
Figura 1. Mancha negra en hoja de rosal (Fotografía: Salgado-Siclan, M., 2023).	13
Figura 2. Antracnosis en rosa (Tomado de Moorman, 2023).	14
Figura 3. Cancro en tallo de rosa (Tomado de Moorman, 2023).	15
Figura 4. Agalla de la corona en rosa (Tomado de Moorman, 2023).	15
Figura 5. Mildiú vellosa en rosa (Tomado de Moorman, 2023).	16
Figura 6. Mildiú polvoroso en rosa (Tomado de Moorman, 2023).	17
Figura 7. Roya de la rosa (Fotografía: Salgado-Siclan, M., 2023).	18
Figura 8. Virus en rosa (Tomado de Moorman, 2023).	18
Figura 9. Botón floral de rosa dañado por <i>Botrytis</i> . Tizón que avanza sobre el pétalo y el botón con esporulación grisácea del hongo (de Autoría Propia).	19
Figura 10. Ciclo biológico de <i>Botrytis cinerea</i> (Tomado de Ornamentals Syngenta, 2025).	20
Figura 11. BIOCANELA® (Tomado de Hydro Environment, 2024).	24
Figura 12. Vitaextrae® gobernadora (Tomado de PARVITRA, 2020).	25
Figura 13. SPECTRUM® Trico-Bio (Tomado de PTI, s/f).	26

Figura 14. FUNGIFREE® (Tomado de FMC, 2017). .....	26
Figura 15. SPORTAK® (Tomado de FMC, 2017). .....	27
Figura 16. Diagrama de los ensayos de pruebas de patogenicidad de <i>Botrytis in vivo</i> . (Bc= <i>Botrytis cinerea</i> ) (Elaboración propia). .....	30
Figura 17. Escala de Severidad de <i>Botrytis</i> en pétalos de rosa, elaborada por Bautista (2016) y modificada. ....	32
Figura 18. Diagrama de los ensayos de pruebas de control de <i>Botrytis cinerea</i> con productos comerciales (Bc= <i>Botrytis cinerea</i> ). .....	36
Figura 19. Diagrama del establecimiento de los tratamientos <i>in vitro</i> (Bc= <i>Botrytis cinerea</i> ; B= <i>Bacillus subtilis</i> ; Th= <i>Trichoderma harzianum</i> ). .....	42
Figura 20. Escala Pictórica de Severidad de <i>B. cinerea</i> en rosa de corte (Elaboración propia) .....	45
Figura 21. Porcentaje del daño causado por <i>B. cinerea</i> inoculado con micelio sobre pétalos de rosa .....	48
Figura 22. Crecimiento del diámetro de lesión (mm) en pétalos de rosa inoculados con <i>B. cinerea</i> a diferentes concentraciones .....	51
Figura 23. Crecimiento del diámetro de lesión (mm) en pétalos de rosa inoculados con <i>B. cinerea</i> bajo diferentes condiciones de crecimiento .....	55
Figura 24. Efecto del extracto de canela (BIOCANELA®) a diferentes concentraciones en el crecimiento de <i>B. cinerea in vitro</i> .....	57
Figura 25. Efecto del extracto de gobernadora (Vitaextrae® gobernadora) a diferentes concentraciones en el crecimiento de <i>B. cinerea in vitro</i> .....	58
Figura 26. Efecto de los antagonistas sobre el crecimiento de <i>B. cinerea</i> sembrados en crecimiento dual .....	62
Figura 27. Efecto del producto Procloraz en diferentes concentraciones en el crecimiento de <i>B. cinerea in vitro</i> .....	63
Figura 28. Efecto de los productos biorracionales, biológicos y químicos en la inhibición del crecimiento radial de <i>B. cinerea</i> .....	67
Figura 29. Efecto de los productos biorracionales, biológicos y químicos en la inhibición del crecimiento radial de <i>B. cinerea</i> en simbra dual a los 7 DDI.....	69
Figura 30. Efecto de los productos biorracionales, biológicos y químicos en el diámetro de lesión de <i>B. cinerea</i> en el primer pétalo de rosa inoculado <i>in vivo</i> .....	70
Figura 31. Efecto de los productos biorracionales, biológicos y químicos en el grado de daño de <i>B. cinerea</i> en botones de rosa <i>in vivo</i> .....	72
Figura 32. Efecto de los tratamientos biorracionales, biológicos y químicos en el control de <i>B. cinerea</i> en botones de rosa <i>in vivo</i> a los 7 DDI.....	74

## RESUMEN

El presente proyecto evaluó la eficacia de diferentes estrategias de control (biorracional, biológico y químico) para la intervención de *Botrytis cinerea* en rosa (*Rosa* sp.), patógeno responsable del moho gris y considerado una de las enfermedades de mayor impacto económico en la floricultura. La investigación incluye la obtención, aislamiento y verificación de la patogenicidad del hongo, así como la evaluación *in vitro* e *in vivo* de productos comerciales como: extracto de canela (*Cinnamomum verum*), extracto de gobernadora (*Larrea tridentata*), *Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis* y Procloraz.

Los resultados de las pruebas de patogenicidad mostraron que *B. cinerea* es altamente agresivo y capaz de infectar pétalos sin heridas, aunque la presencia de daño físico y humedad libre incrementan significativamente su desarrollo.

En las pruebas de control *in vitro*, se aplicó un diseño experimental completamente al azar con seis tratamientos y diez repeticiones; el fungicida químico Procloraz presentó la mayor inhibición, seguido por el extracto de gobernadora y *T. harzianum* como alternativas biológicas efectivas. El extracto de canela y *B. subtilis* mostraron efectos limitados bajo las condiciones evaluadas.

En las pruebas de control *in vivo*, se aplicó un diseño experimental completamente al azar con ocho tratamientos y diez repeticiones; donde el fungicida químico Procloraz presentó la mayor inhibición y solo el extracto de gobernadora tuvo un porcentaje mínimo de inhibición, el cual no presentó una diferencia estadística significativa.

El estudio confirma la importancia de integrar métodos de manejo sostenible para reducir el uso de químicos convencionales, destacando el potencial de los productos biológicos y biorracionales como herramientas complementarias para el control de *B. cinerea* en la producción de rosa de corte.

## Summary

This project evaluates the effectiveness of different control strategies (biorational, biological, and chemical) for managing *Botrytis cinerea* in roses (*Rosa* sp.), a pathogen that causes gray mold and is one of the most economically important diseases in floriculture. The research includes the isolation and pathogenicity testing of the fungus, as well as the *in vitro* and *in vivo* evaluation of key commercial products: cinnamon extract (*Cinnamomum verum*), creosote bush extract (*Larrea tridentata*), *Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis*, and Prochloraz.

The results of the pathogenicity tests show that *B. cinerea* is highly aggressive and capable of infecting petals without wounds, although the presence of physical damage and free moisture significantly increases its development.

In the *in vitro* control tests, a completely randomized experimental design with six treatments and ten replicates was used. The chemical fungicide Prochloraz showed the greatest inhibition, followed by creosote bush extract and *T. harzianum* as effective biological alternatives. Cinnamon extract and *B. subtilis* showed limited effects under the evaluated conditions.

In the *in vivo* control tests, a completely randomized experimental design with eight treatments and ten replicates was used. The chemical fungicide Prochloraz showed the greatest inhibition, and only the creosote bush extract had a minimal percentage of inhibition, which did not show a statistically significant difference.

The study highlights the importance of integrating sustainable management practices to reduce reliance on conventional agrochemicals and demonstrates the potential of biological and biorational products as complementary tools for controlling *B. cinerea* in cut rose production.

## 1. INTRODUCCIÓN

La floricultura es una de las actividades agropecuarias más rentables que existen en la actualidad en México ya que genera más de 250 mil empleos directos y casi un millón indirectos (SADER, 2022).

La rosa (*Rosa* sp.) es un cultivo de flores importante en todo el mundo, de la cual se han reportado más de 30 mil variedades, las cuales son utilizadas ampliamente como flores de corte, plantas de maceta y de jardín, destacando por su belleza y fragancia, a pesar de la presencia de espinas abrasivas en sus tallos. Esto debido a que ofrecen una floración continua, corolas con múltiples pétalos y una gran variedad de colores (Zhong *et al.*, 2021). Estas se cultivan durante todo el año por su demanda ya que son el obsequio perfecto en un sinnúmero de eventos, destacando fechas como el día de las madres, el día del amor y la amistad, así como bodas, bautizos e incluso los velorios (Gómez, 2020).

Existen diferentes variedades de rosa, tamaños y colores; sin embargo, los colores de las variedades están sujetos a las tendencias de consumo fijadas por la moda; implicando mayores gastos para los productores quienes deben planear el recambio de la variedad en periodos de 4-7 años para colores como el blanco, rosa, amarillo, entre otros; mientras que para variedades rojas el periodo va de 10 a 15 años (Velázquez *et al.*, 2023).

La calidad y producción del cultivo de rosa se ven afectados por la presencia de varias enfermedades. Dentro de las que se encuentran el mildiu veloso originado por *Peronospora sparsa*, el mildiu polvoso causado por *Podosphaera pannosa* y *Botrytis*, provocado por *Botrytis cinerea*, generando grandes gastos en compra de productos agroquímicos para su control y manejo (Lombana, *et al.*, 2023).

*Botrytis* [teleomorfo: *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel] *Botrytis cinerea*, agente causal de la enfermedad conocida como moho gris, considerada la enfermedad postcosecha de mayor impacto económico en la rosa de corte ya que se desarrolla rápidamente, su control es difícil debido al amplio espectro de hospedantes y posee una capacidad genómica para generar genes de resistencia a fungicidas (Ha, *et al.*, 2021).

## **2. JUSTIFICACIÓN**

La tendencia actual a la sustitución del uso de productos químicos por productos orgánicos sin afectar rendimiento, ni dañar al ambiente, ha generado la búsqueda y aplicación de compuestos biológicos por medio de antagonistas o el uso de productos biorracionales a base de aceites u extractos de plantas. Esto con la finalidad de sacar al mercado productos como las flores de ornato de calidad y libre de químicos.

## **3. OBJETIVOS**

### **3.1. OBJETIVO GENERAL:**

Establecer el control de *Botrytis cinerea* en botones florales de *Rosa* sp. mediante diferentes estrategias biorracionales.

### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Evaluar la patogenicidad de *B. cinerea* aislada de rosa.
- Evaluar el efecto *in vitro* de productos biorracionales, biológicos y químico en el control de *B. cinerea*.
- Evaluar el efecto *in vivo* de productos biorracionales, biológicos y químico en el control de *B. cinerea* en rosa.

## **4. HIPÓTESIS**

Los productos biorracionales y/o biológicos tienen un efecto de control *in vitro* / *in vivo* en el desarrollo de *Botrytis cinerea*, aislado de botones florales de rosa.

## 5. REVISIÓN DE LITERATURA

### 5.1. IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL CULTIVO

El cultivo de plantas ornamentales es un sector de producción vegetal en constante desarrollo y rentable. En 2019, el valor del mercado de flores más grande del mundo, Royal FloraHolland, alcanzó los 4.800 millones de euros. En 2021, a pesar de los problemas relacionados con el SARS-CoV-2 y la pandemia mundial, el valor del comercio anual de flores aumentó a 5.600 millones de euros (Salachna, 2022). Los principales países productores son los Países Bajos (52 %), Colombia (15 %), Ecuador (9 %), Kenia (7 %), Bélgica (3 %), Etiopía (2 %), Malasia, Italia, Alemania e Israel (1 %) de la cuota de mercado mundial (Abrol, 2019).

México no destaca en la producción y comercialización mundial, pero, ha generado ventajas comparativas a partir de su cercanía geográfica con Estados Unidos, país al que envía el 93% de las exportaciones de ornamentales, las cuales representaron el 3% de las importaciones de ese mercado (Salazar *et al.*, 2017; SE, 2018; Velázquez *et al.*, 2023).

Siendo las flores de mayor producción: el crisantemo con más de 11 millones de gruesas, la rosa con más de 9 millones de gruesas y la gladiola con más de 5 millones de gruesas (SADER, 2022).

Entre los principales estados productores de rosa, encontramos México, Morelos y Puebla, con un porcentaje de valor de producción de la flor en el país del 84.6, 4.9, 8.2 respectivamente (SIAP, 2023). Los municipios de Villa Guerrero, Tenancingo y Coatepec Harinas en el sur del Estado de México comprenden la superficie más importante para la producción de rosa, con un sistema intensivo bajo invernadero que varía de acuerdo con el manejo agronómico, la economía y los recursos técnicos de cada finca (Gómora, 2022).

Dado que el Estado de México es el principal productor de rosa, es importante resaltar que de igual forma es el principal exportador de flores, siendo Estados Unidos y Canadá sus principales mercados (SADER, 2022), generando ingresos de hasta 10 millones de dólares (SIAP, 2023).

## **5.2. ASPECTOS GENERALES DEL CULTIVO DE ROSA**

El cultivo de rosa, especialmente en condiciones de invernadero, requiere un manejo climático preciso para optimizar la calidad y cantidad de la producción floral. Los principales factores a considerar son la temperatura, la iluminación, la ventilación y el enriquecimiento atmosférico en dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) (Anónimo, 2016).

## **5.3. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS**

**5.3.1. Luz:** Durante los meses de verano, con mayor fotoperiodo e intensidad lumínica, se obtiene la mayor productividad. Para compensar la reducción de luz en invierno, es común el uso de iluminación artificial suplementaria. En países como Holanda, se utilizan lámparas de vapor de sodio con una intensidad de hasta 3.000 lux, durante 16 horas diarias, lo cual incrementa la producción y mejora la calidad floral en estaciones de baja radiación.

A pesar de ser una especie de día largo, durante épocas de alta radiación (primavera y verano), se requiere la implementación de sombreo progresivo para evitar estrés térmico y fotoinhibición. Este oscurecimiento debe aplicarse de forma gradual para permitir la adaptación de la planta a las nuevas condiciones de luz (Anónimo, 2016).

**5.3.2. Temperatura:** Las temperaturas óptimas de crecimiento son de 17 a 25°C, con una mínima de 15°C durante la noche y una máxima de 28°C durante el día. Pueden mantenerse valores ligeramente inferiores o superiores durante períodos relativamente cortos sin que se produzcan serios daños, pero una temperatura nocturna continuamente por debajo de 15°C retrasa el crecimiento de la planta, produce flores con gran número de pétalos y deformes, en el caso de que abran. Temperaturas excesivamente elevadas también dañan la producción, apareciendo flores más pequeñas de lo normal, con escasos pétalos y de color más cálido. (Anónimo, 2016).

**5.3.3. Humedad relativa:** Las rosas requieren una humedad ambiental relativamente elevada de un 70 a un 80%, regulada mediante ventilación y nebulización o el humedecimiento de

los pasillos durante las horas más cálidas del día. Ya que al tener un exceso de humedad en el cultivo las plantas pueden ser más vulnerables a enfermedades (Anónimo, 2016).

**5.3.4. Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>):** El proceso de fotosíntesis requiere de CO<sub>2</sub> para producir azúcares y oxígeno, siendo directamente proporcional a la producción. Bajo condiciones de invierno es necesario aportar CO<sub>2</sub> para el crecimiento óptimo de la planta, elevando los niveles a 1.000 ppm. Asimismo, si el cierre de la ventilación se efectúa antes del atardecer, a causa del descenso de la temperatura, los niveles de dióxido de carbono siguen reduciéndose debido a la actividad fotosintética de las plantas (Anónimo, 2016).

## 5.4. ENFERMEDADES DEL ROSAL

### 5.4.1. Mancha negra

Provocada por el hongo *Diplocarpon rosae*, esta enfermedad se caracteriza por la aparición de manchas redondas de color marrón a negras con bordes irregulares en las hojas, que posteriormente se tornan amarillas y caen. En los tallos también pueden formarse pequeñas manchas violáceas. El control incluye eliminar tallos y hojas infectadas, evitar el riego que moje el follaje, y aplicar fungicidas para proteger el nuevo crecimiento (Moorman, 2023).



**Figura 1. Mancha negra en hoja de rosal (Fotografía: Salgado-Siclan, M., 2023).**

### 5.4.2. Antracnosis

La antracnosis se manifiesta con manchas de color púrpura oscuro a negro, rodeadas por una franja marrón opaca. Estas manchas, al avanzar, desarrollan un centro gris que eventualmente se desprende. También pueden aparecer manchas similares en los tallos. Esta enfermedad es causada por el hongo *Sphaceloma rosarum*. Para su manejo, se recomienda mantener un buen saneamiento y seguir los mismos procedimientos de control utilizados contra la mancha negra (Moorman, 2023).



**Figura 2. Antracnosis en rosa (Tomado de Moorman, 2023).**

### 5.4.3. Cancros

Los cancos aparecen como manchas marrón rojizo en los tallos que se oscurecen con el tiempo y se cubren de puntos negros, correspondientes a estructuras reproductivas del hongo. Estas lesiones pueden rodear y matar a la planta. Los agentes causales incluyen varios hongos como *Coniothyrium spp.*, *Cryptosporella umbrina*, y *Cylindrocladium scoparium*. Se recomienda evitar plantar ejemplares enfermos, eliminar tallos afectados cortando justo por encima de una yema, esterilizar las herramientas de poda, y aplicar fungicidas después de la poda. También es importante mantener una humedad uniforme en el suelo y evitar una fertilización excesiva (Moorman, 2023).



**Figura 3. Cancro en tallo de rosa (Tomado de Moorman, 2023).**

#### **5.4.4. Agalla de la corona**

Esta enfermedad bacteriana, causada por *Agrobacterium tumefaciens*, se reconoce por la formación de agallas de color blanco a crema que pueden alcanzar hasta 15 cm de diámetro, y que se desarrollan en tallos o raíces (Moorman, 2023). La prevención consiste en evitar lesiones en la planta, desinfección de herramienta y el uso de material certificado libre de enfermedades; actualmente no existe un control químico definido, pero se puede aplicar como control biológico *Agrobacterium radiobacter*, cepa K84, durante el trasplante para proteger las plantas sanas. En caso de que se presente la enfermedad, lo mejor es destruir la planta enferma, removiendo raíces y el suelo que la rodea (NCPN, 2020).



**Figura 4. Agalla de la corona en rosa (Tomado de Moorman, 2023).**

#### 5.4.5. Mildiú veloso

El mildiú veloso aparece en condiciones frescas y húmedas, especialmente en primavera. Se observan manchas marrón violáceas en las hojas, que se tornan amarillas y se caen. El patógeno responsable es *Peronospora sparsa*, y su control implica mantener el follaje seco mediante un riego adecuado (Moorman, 2023), aplicar fungicidas a base de mefenoxam, así como la aplicación de fosfito de potasio y silicio considerados como alternativas viables para el manejo de la enfermedad (Álvarez *et al.*, 2018).



**Figura 5. Mildiú veloso en rosa (Tomado de Moorman, 2023).**

#### 5.4.6. Mildiú polvoriento

Provocado por *Sphaerotheca pannosa*, (estado asexual *Oidium*) este hongo forma una capa blanca y polvoriento sobre hojas, tallos y partes florales. El tratamiento principal es la aplicación de fungicidas a base de triflumizole (Moorman, 2023), se recomienda la aplicación de bicarbonato de sodio y aceite de neem como tratamientos alternos al químico (Cherlinka, 2025).



**Figura 6. Mildíu polvoroso en rosa (Tomado de Moorman, 2023).**

#### **5.4.7. Arrosetamineto de la rosa**

Esta enfermedad viral causa deformación de las hojas, que suelen adquirir un color rojo brillante. Los tallos se vuelven excesivamente espinosos y crecen de forma desordenada, un fenómeno conocido como "escoba de bruja". Es causada por el virus de la roseta de la rosa, transmitido por ácaros eriófidos. La única medida efectiva es destruir las plantas infectadas y eliminar las rosas en un radio de 30 metros alrededor de las plantas deseadas (Moorman, 2023).

#### **5.4.8. Roya**

Durante la primavera y el verano, las hojas inferiores y los tallos pueden cubrirse con esporas anaranjadas. En otoño, estas esporas se vuelven negras. El hongo responsable es *Phragmidium* sp. Esta enfermedad, aunque poco común, representa una amenaza seria. Las plantas infectadas deben eliminarse y descartarse correctamente, ya sea enterrándolas o desechándolas en vertederos cerrados (Moorman, 2023), los fungicidas para roya son preventivos y no curativos, con ingredientes activos como clorotalonil, mancozeb, miclobutanilo, propiconazol o triforina (Benner, 2023).



**Figura 7. Roya de la rosa (Fotografía: Salgado-Siclan, M., 2023).**

#### **5.4.9. Virus**

Diversos virus pueden afectar a las rosas, causando síntomas como mosaicos, manchas, moteados, líneas o anillos amarillos, y amarilleamiento de las nervaduras. Entre los virus más comunes se encuentran el virus del mosaico, virus de la raya del tabaco y virus de la mancha anular de la fresa. El manejo se basa en eliminar las plantas infectadas, plantar solo ejemplares sanos y mantener un estricto control de insectos y ácaros vectores (Moorman, 2023).



**Figura 8. Virus en rosa (Tomado de Moorman, 2023).**

#### 5.4.10. Tizón por *Botrytis cinerea* [teleomorfo: *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel]

##### Clasificación taxonómica de *Botrytis cinerea* Pers., 1801.

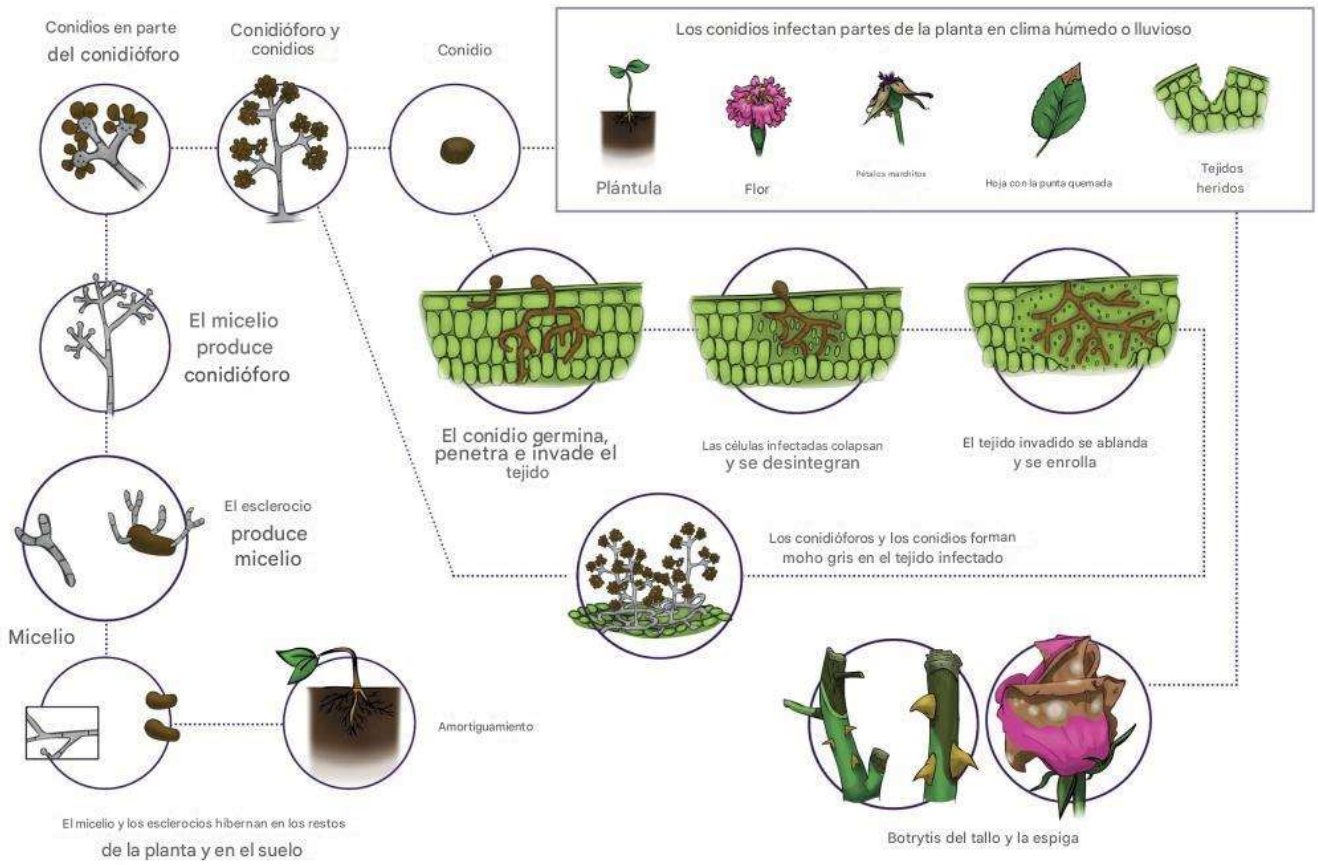
Supereino: Eucariota (eucariotas), Reino: Fungi (Hongos), Filum: Ascomycota (ascomycetes), Clase: Leotiomycetes, Orden: Helotiales, Familia: Sclerotiniaceae, Género: *Botrytis* (NCBI, 2024).

*B. cinerea* es el agente causal de la pudrición de los botones y el tizón del rosal. Los botones atacados se decoloran y pudren, presentando manchas circulares, cuya coloración dependerá del color de los mismos. Los órganos afectados se cubren de una esporulación grisácea, constituida por micelio y conidióforos (Herbario Virtual, s/f).

*Botrytis* es capaz de infectar partes de la planta en un clima húmedo o lluvioso, con un alta humedad relativa, lo cual permite la esporulación del hongo. El conidio germina, penetra e invade el tejido, formando micelio, el cual, si existen condiciones óptimas de temperatura de 17-25°C (Herbario Virtual, s/f), forma conidióforo y conidios, formando lo que se conoce como moho gris en el tejido infectado. Si no existen las condiciones adecuadas, forma estructuras de resistencia con una consistencia dura, llamadas esclerocios, los cuales son capaces de sobrevivir a las condiciones adversas en el suelo y los restos de la planta como se muestra en el ciclo biológico del hongo (Figura 10).



**Figura 9. Botón floral de rosa dañado por *Botrytis*. Tizón que avanza sobre el pétalo y el botón con esporulación grisácea del hongo (de Autoría Propia).**



**Figura 10. Ciclo biológico de *Botrytis cinerea* (Tomado de Ornamentals Syngenta, 2025)**

## 5.5. MANEJO INTEGRADO

Es la cuidadosa consideración de todas las técnicas de control de plagas y enfermedades disponibles y la subsecuente integración de medidas apropiadas que desalienten el desarrollo de poblaciones, manteniendo el uso de pesticidas y otras intervenciones a niveles económicamente justificados y reducidos o minimizados los riesgos a la salud humana y el ambiente. (Organización Mundial de la Salud y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2015).

### 5.5.1. CONTROL QUÍMICO

Las aplicaciones rutinarias de fungicidas probablemente seguirán siendo el método principal para controlar o manejar la infección por *B. cinerea* antes y después de la cosecha en varias flores ornamentales. Los fungicidas multisitio como el captan (FRAC M3) y el tiram (FRAC M4), y los fungicidas específicos del sitio como los carbamatos de metilbenzimidazol (MBC), las dicarboximidias (DC), los inhibidores de la succinato deshidrogenasa (SDHI), las anilino pirimidinas (Aps), los inhibidores externos de quinona (QoI), los fenilpirroles (PP) y los fungicidas inhibidores de la biosíntesis de esteroides (SBI) clase III (códigos FRAC 1, 2, 7, 9, 11, 12 y 17) están disponibles para el manejo de la enfermedad del tizón de *Botrytis* (Bika *et al.*, 2021).

El tratamiento precosecha o poscosecha con fungicidas sintéticos para controlar la podredumbre gris es el principal método en flores cortadas. Los benzimidazoles y las dicarboximidias son dos grupos de fungicidas sintéticos eficaces contra la podredumbre gris y se han utilizado durante muchos años (Elad y Shtienberg, 1995; Ha *et al.*, 2021). Por su parte, Muñoz y colaboradores (2025), resaltan el uso de controles comerciales como peróxido de hidrógeno, captano y pidifelumetofén + fludioxonilo, para el control de *Botrytis* en rosa.

### 5.5.2. CONTROL BIOLÓGICO

Los agentes de biocontrol son una estrategia para controlar la infección por *B. cinerea* antes y después de la cosecha en flores ornamentales. Son considerados un método ecológico para

proteger a las plantas de diferentes patógenos (Bika *et al.*, 2021). Entre los que podemos encontrar algunos hongos y bacterias benéficas.

Roca-Couso, *et al.* (2021), nos dice que la combinación de *T. harzianum* T-39 con dicarboximida ha sido eficaz para el control de *B. cinerea* en plantas de tomate, reduciendo en un 50% los tratamientos necesarios para el controlar de la enfermedad.

Por su parte, Li y colaboradores (2023) mencionan que la aplicación en mezcla de *Trichoderma harzianum* y *Clonostachys rosea* mejoran la resistencia a *B. cinerea* en plantas de tomate.

#### **5.5.2.1. Trichoderma spp.**

*Trichoderma* es un hongo cosmopolita cuya importancia radica en su capacidad de adaptación y producción de metabolitos, como enzimas, compuestos promotores de crecimiento vegetal, y compuestos volátiles, entre otros, de interés biotecnológico y ambiental. Este género es utilizado como agente de biocontrol contra hongos fitopatógenos debido a sus múltiples mecanismos de acción, destacando la antibiosis, el micoparasitismo, la competencia por espacio y nutrientes, y la producción de metabolitos secundarios (Hernández *et al.*, 2019).

Ramos, *et al.* (2025), reportan la capacidad biocontroladora del producto comercial FITOTRIPEN WP (*Trichoderma* spp.,  $1 \times 10^8$  esporas/gramo, 95 % pureza), elaborado por Natural Control (La Ceja, Antioquia), el cual compararon con cepas autóctonas de *Trichoderma* con potencial antagonista para el control de *Botrytis* sp.

En los meses de lluvias, el uso del producto comercial (Tricomix®) a base de *Trichoderma* spp. demostró los mejores resultados a la par del fungicida Carbendazim para el control de *Botrytis* sp. en el cultivo de mora de castilla (Acosta-Ruales *et al.*, 2020).

### **5.5.2.2. Bacillus spp.**

El género *Bacillus* se encuentra ampliamente distribuido en los agro-sistemas y una de sus principales aplicaciones es el control de enfermedades de cultivos agrícolas. Sus principales mecanismos de acción: excreción de antibióticos, toxinas, sideróforos, enzimas líticas e induciendo la resistencia sistémica, se enfocan en su capacidad para ser utilizado como agente de control biológico de plagas y enfermedades en plantas (Villareal *et al.*, 2018).

De manera comercial existen varios productos elaborados a base de *Bacillus*, entre ellos se encuentra CONSORTIUM (*Bacillus subtilis*) elaborado por Agrobiológicos del Noroeste, S.A. de C. V. y FUNGISEI (*Bacillus subtilis*) elaborado por SEIPASA MÉXICO, S.A. de C. V. (PLM, s/f).

### **5.5.3. CONTROL BIORRACIONAL**

Se han buscado nuevos métodos de control de enfermedades poscosecha que no sean tóxicos, entre ellos el control biológico, así como los extractos de plantas y aceites esenciales, los cuales pueden ser efectivos contra patógenos pero tienen menos efecto sobre organismos no patógenos (Youssef *et al.*, 2019). Los aceites esenciales son un tipo de estrategia de control alternativa y son conocidos por sus propiedades antimicrobianas y biodegradables, así como por su falta de efecto residual en los productos (Almasaudi *et al.*, 2022).

Estos aceites inhiben los patógenos porque tienen un efecto directo en el crecimiento micelial y la germinación de esporas al cambiar el metabolismo celular del microorganismo (Almasaudi *et al.*, 2022). Por ello, el tratamiento de plantas con diversos bioagentes puede protegerlas contra patógenos al inducir resistencias locales y sistémicas (Abo-Elyousr *et al.*, 2021).

## 5.6.PRODUCTOS COMERCIALES A UTILIZAR EN EL PROYECTO

**5.6.1 BIOCANELA®:** Elaborado a base de extracto de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) y sus compuestos activos como el eugenol y el aldehído cinámico, que poseen propiedades antifúngicas, repelentes, neurotóxicas y desecantes. Estos componentes inhiben el crecimiento del micelio y la producción de esporas en hongos fitopatógenos, previniendo enfermedades como el damping-off, mildiu o cenicilla. Producido por la empresa BioNutra (Hydro Environment, 2024). Su modo de acción es el de productos biológicos con múltiples modos de acción: Extractos de plantas (FRAC, 2024).



**Figura 11. BIOCANELA® (Tomado de Hydro Environment, 2024).**

**5.6.2 Vitaextrae® Gobernadora:** Producido por la empresa PARVITRA. Presenta acción de fungicida botánico ya que está elaborado a base de extracto de gobernadora (*Larrea tridentata*), que contiene resinas y ácidos orgánicos con acción antifúngica, insecticida y repelente. Inhibe la germinación de esporas y el crecimiento micelial de hongos fitopatógenos. Su principal metabolito es el NDGA (ácido

nordihidroguayarático) (PARVITRA, 2020). Su modo de acción es el de productos biológicos con múltiples modos de acción: Extractos de plantas (FRAC, 2024).



**Figura 12. Vitaextrae® gobernadora (Tomado de PARVITRA, 2020).**

**5.6.3 SPECTRUM® Trico-Bio:** Producido por la empresa PTI Grupo Ultraquimia. Biofungicida natural a base de esporas del hongo benéfico *Trichoderma harzianum*. Favorece la inducción de resistencias mediante la producción de fitoalexinas que activan los mecanismos de defensa de las plantas; produce sustancias que impiden o limitan el desarrollo de los fitopatógenos; actúa como promotor de crecimiento ya que produce sustancias que activan la producción de hormonas y crecimiento de raíces facilitando la absorción de nutrientes (PTI, s/f). Su modo de acción es el de productos biológicos con múltiples modos de acción: Microbiano (microorganismos vivos, extractos de microorganismos o metabolitos). (FRAC, 2024).



**Figura 13. SPECTRUM® Trico-Bio (Tomado de PTI, s/f).**

**5.6.4 FUNGIFREE®:** Producido por la empresa FMC. Es un polvo humectable que contiene esporas de la bacteria *Bacillus subtilis*, con un contenido no menor de  $1 \times 10^9$  UFC/g útil para la prevención de las enfermedades como antracnosis, cenicilla, moho gris, fusarium, damping off, entre otras (FMC, 2017). Su modo de acción es el de productos biológicos con múltiples modos de acción: Microbiano (microorganismos vivos, extractos de microorganismos o metabolitos). (FRAC, 2024).



**Figura 14. FUNGIFREE® (Tomado de FMC, 2017).**

**5.6.5 SPORTAK®:** Producido por la empresa FMC. Es un fungicida perteneciente al grupo químico de los imidazoles, con **procloraz** como ingrediente activo, posee actividad de contacto (acción preventiva) y translaminar (acción curativa), inhibe la síntesis de ergosterol, interrumpiendo la formación de las membranas celulares. En donde controla enfermedades como: pudrición de bulbos de gladiola y nardo; dormilona y *botrytis* (FMC, 2017). Su modo de acción es el de la biosíntesis de esterol en las membranas (FRAC, 2024).



**Figura 15. SPORTAK® (Tomado de FMC, 2017).**

## 5.7. MANEJO POSTCOSECHA

La calidad de los botones de rosa puede verse afectados por el manejo de los tallos después de la cosecha. Por ello, los floricultores suelen utilizar soluciones hidratantes o agua potable para mantener la turgencia de las flores de corte durante el manejo postcosecha (De la Cruz *et al.*, 2018), así como un correcto manejo del proceso de empaque y almacenamiento en cámara fría.

Para el caso de la vida de florero, el estrés hídrico causado por la obstrucción de los vasos xilemáticos es una de las principales problemas, debido al marchitamiento prematuro de los pétalos, la apertura inadecuada de las flores, el marchitamiento del follaje y/o la curvatura del pedicelo (cuello doblado) (Ahmad *et al.*, 2011).

La vida de florero puede variar dependiendo del cultivar y del manejo postcosecha que se le aplique, desde el uso de preservantes, el tiempo de almacenamiento en cámara fría, entre otros factores, sin embargo se estima un periodo de vida de entre 8 y 13 días para las rosas de corte (Mosqueda *et al.*, 2011).

## **6. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **6.1. Localización del experimento:**

La investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Fitopatología del CIEAF en la Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma del Estado de México, ubicada en el Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, México; con una ubicación geográfica de 9°24'30.0"N 99°41'21.5"W.

### **6.2. Obtención del inóculo:**

El inóculo se obtuvo de rosas adquiridas en un mercado local de Toluca, México. Los botones de rosa se establecieron en cámara húmeda, para inducir su esporulación. Con pinzas entomológicas se tomó la esporulación del hongo y se sembró de manera directa sobre medio PDA y se incubó por 8 días. Posteriormente se tomó una punta de hifa y se sembró nuevamente en medio PDA para su purificación y obtención de una colonia pura.

Las cajas fueron mantenidas a una temperatura de  $\pm 25^{\circ}\text{C}$  en incubadora por cuatro días.

### 6.3. PRUEBAS DE PATOGENICIDAD DE *B. CINEREA* EN PÉTALOS DE ROSA

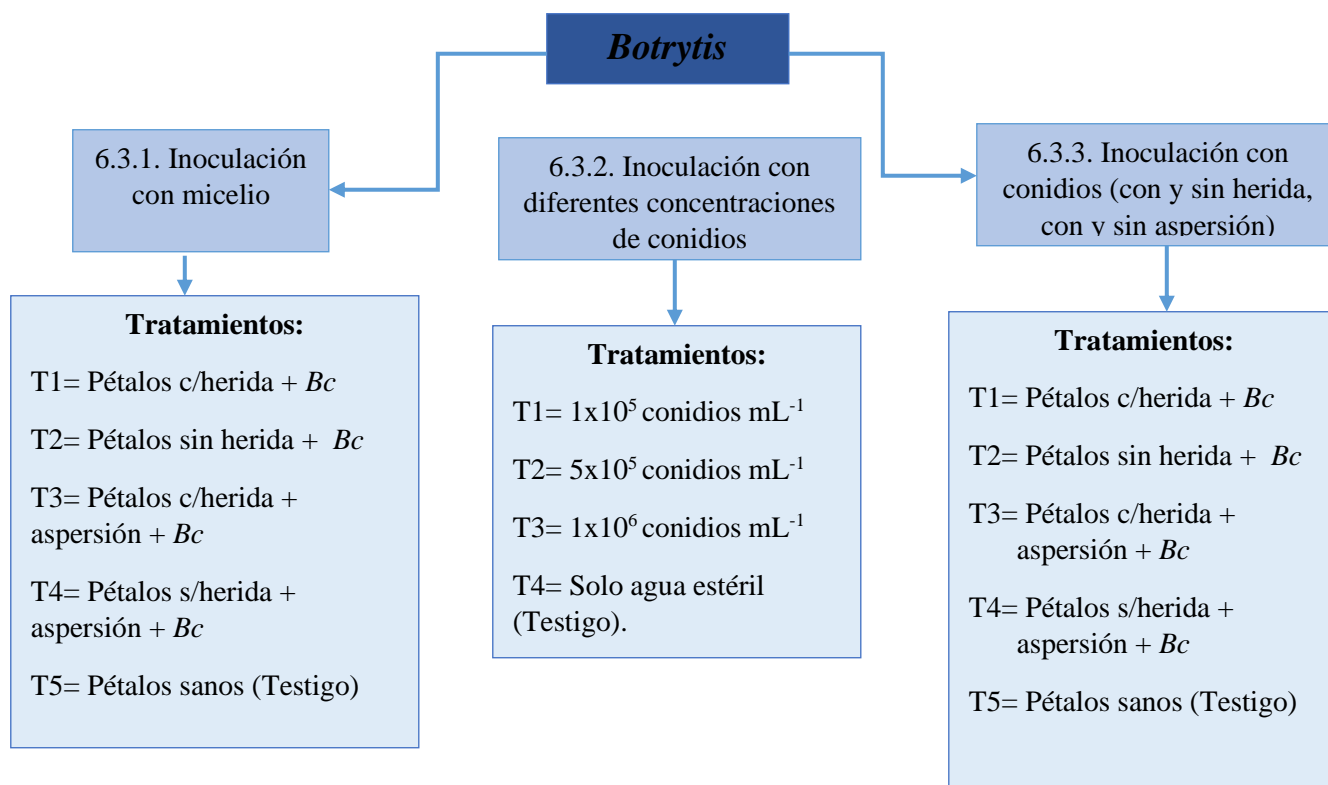


Figura 16. Diagrama de los ensayos de pruebas de patogenicidad de *Botrytis in vivo*. (Bc= *Botrytis cinerea*) (Elaboración propia).

#### 6.3.1. Pruebas de patogenicidad inoculando con micelio crecido en agar

Se evaluó el efecto de patogenicidad de *Botrytis cinerea* en pétalos de rosa, considerando la presencia o ausencia de heridas.

Se obtuvieron rosas de color blanco, se desprendieron los pétalos, se colocarán en una superficie, se desinfectaron con una solución de hipoclorito de sodio al 3% por aspersion y se dejaron secar a temperatura ambiente.

Para preparar la cámara húmeda, en una caja plástica transparente se colocaron toallas sanitas, humedecidas con agua destilada estéril al interior de esta, sobre ellas se colocaron charolas para evitar el contacto directo del pétalo con la toalla. Una vez secos los pétalos, con ayuda de pinzas entomológicas desinfectadas, se tomó cada pétalo y se colocó sobre las charolas.

Para la inoculación, se cultivó *B. cinerea* en una caja petri por 8 días, para posteriormente tomar discos de 5 mm y depositarlo al centro de cada pétalo de rosa.

Cada cámara húmeda representó un tratamiento diferente, siendo un total de cinco tratamientos con ocho repeticiones, los cuales consistieron en:

- Tratamiento 1: Pétalos con herida + *B. cinerea*
- Tratamiento 2: Pétalos sin herida + *B. cinerea*
- Tratamiento 3: Pétalos con herida + agua por aspersión + *B. cinerea*
- Tratamiento 4: Pétalos sin herida + agua por aspersión + *B. cinerea*
- Tratamiento 5: Pétalos sanos (Testigo)

Para el caso de los pétalos con herida esta se realizó con ayuda de una aguja entomológica desinfectada previamente, realizando una pequeña incisión al centro del pétalo.

Los tratamientos se incubaron en la cámara húmeda a temperatura ambiente con una humedad relativa por arriba del 90%, por un lapso de 8 días como tiempo necesario para que el hongo llenara por completo el pétalo.

Las variables evaluadas fueron incidencia (presencia o ausencia de la enfermedad en cada tratamiento), severidad para mostrar el desarrollo de la enfermedad, medida con una escala elaborada de manera arbitraria, basada en la escala de Bautista (2016), donde presentaba 5 niveles del grado de severidad y desarrollo del hongo en botones de rosa, que en nuestro caso se modificó y se ajustó a 6 niveles para evaluar el área dañada en pétalo (**Figura 17**), Igualmente se cuantificó el área dañada en cm<sup>2</sup> con ayuda del software ImagenJ y el área bajo la curva de la enfermedad.

**Área dañada con software ImagenJ:** Mediante fotografías del objeto de interés con una escala de referencia establecida, permite medir el área afectada en  $\text{cm}^2$ .

**Área bajo la curva:** Es un método que nos permite estimar la cantidad de enfermedad a lo largo del tiempo, para lo que se adaptó a la metodología establecida por Forbe (2014).

Finalmente los datos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias de Tukey, con ayuda del paquete estadístico INFOSTAT versión student.



**Figura 17. Escala de Severidad de *Botrytis* en pétalos de rosa, elaborada por Bautista (2016) y modificada.**

### 6.3.2. Pruebas de patogenicidad a diferentes concentraciones de *B. cinerea* (conidios/mL)

Se evaluó el efecto de patogenicidad de *Botrytis cinerea* en pétalos de rosa, bajo distintas concentraciones:  $1 \times 10^5$ ,  $5 \times 10^5$  y  $1 \times 10^6$  conidios/mL .

Se desprendieron los pétalos de rosa blanca, se colocaron en una superficie para desinfectar con una solución de hipoclorito de sodio al 3% por aspersión y se dejaron secar a temperatura ambiente.

Para preparar la cámara húmeda, en una caja plástica transparente se colocaron toallas sanitas, humedecidas con agua destilada estéril al interior de esta, sobre ellas se colocaron charolas para evitar el contacto directo del pétalo con la toalla. Una vez secos los pétalos, con ayuda de pinzas entomológicas desinfectadas, se tomó cada pétalo y se colocaron sobre las charolas.

**Preparación del inóculo:** Se cultivó *B. cinerea* en botones de rosa en cámara húmeda, para posteriormente tomar una muestra de pétalo con la esporulación del hongo en un tubo de ensayo con agua destilada estéril, se agitó para desprender los conidios en la solución. Una vez preparada la solución se observó en cámara de Neubauer para realizar el conteo de conidios según la fórmula de Ferrera y colaboradores (2020):

$$\text{Concentración de esporas} = \frac{\text{X número de células contadas}}{\text{Número de cuadrantes contados}} \times 1000$$

$$\text{Concentración de esporas / mL} = \text{X (1000) (dilución)}$$

Según se requería, se le agregó agua destilada estéril para diluir o inóculo para incrementar la cantidad de conidios en la solución. Hasta obtener las tres concentraciones deseadas.

Ya preparada la concentración, se realizó una fina punción al centro del pétalo, colocando sobre éste 20  $\mu\text{L}$  de la solución con ayuda de una micropipeta.

Se establecieron cuatro tratamientos, cada uno de ellos representados por una cámara húmeda de plástico, que a su vez contenían 8 pétalos, que representaban las repeticiones. Los pétalos fueron inoculados con esporas del hongo a diferentes concentraciones como se indica a continuación:

- Tratamiento 1: *B. cinerea* (concentración:  $1 \times 10^5$  conidios  $\text{mL}^{-1}$ )
- Tratamiento 2: *B. cinerea* (concentración:  $5 \times 10^5$  conidios  $\text{mL}^{-1}$ )
- Tratamiento 3: *B. cinerea* (concentración:  $1 \times 10^6$  conidios  $\text{mL}^{-1}$ )
- Tratamiento 4: Solo agua estéril (Testigo).

Los tratamientos se incubaron a  $25^\circ\text{C}$  con una humedad relativa del 60% al inicio del experimento y del 45% al concluir, evaluando diariamente las variables de incidencia (presencia o ausencia de la enfermedad en cada tratamiento), severidad para mostrar el desarrollo de la enfermedad, midiendo diariamente el diámetro ecuatorial del daño provocado por el hongo, hasta completar los pétalos, después de 6 días.

Finalmente, los datos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias de Tukey ( $P=0.5\%$ ), con ayuda del paquete estadístico INFOSTAT versión student.

### 6.3.3. Pruebas de patogenicidad de *Botrytis* probando condiciones de desarrollo de la enfermedad (con y sin herida, con y sin aspersión de agua)

Partiendo de la mejor concentración, se evaluaron los requerimientos en el desarrollo de la infección del hongo como la presencia o no de herida, así como la presencia o no de agua por aspersión. Para ello, se obtuvieron rosas blancas, se desprendieron los pétalo, se colocaron en una superficie limpia, se desinfectaron con una solución de hipoclorito de sodio al 3% por aspersión y se dejaron secar a temperatura ambiente.

La cámara húmeda se preparó en una caja plástica transparente, colocando toallas sanitas, humedecidas con 30 mL de agua destilada estéril, sobre ellas se colocaron charolas que evitaban el contacto directo del pétalo con la toalla. Una vez secos los pétalos, con ayuda de pinzas entomológicas desinfectadas, se tomó cada pétalo y se colocó sobre las charolas.

Cada cámara húmeda representó un tratamiento, con 8 repeticiones, inoculados con una concentración de  $1 \times 10^6$  conidios/mL, donde los tratamientos consistieron en:

- Tratamiento 1: Pétalos con herida + *B. cinerea*
- Tratamiento 2: Pétalos sin herida + *B. cinerea*
- Tratamiento 3: Pétalos con herida + agua por aspersión + *B. cinerea*
- Tratamiento 4: Pétalos sin herida + agua por aspersión + *B. cinerea*
- Tratamiento 5: Pétalos sanos (Testigo)

Para el caso de los pétalos con herida, esta se realizó con ayuda de una aguja entomológica desinfectada previamente, realizando una pequeña incisión al centro del pétalo.

Los tratamiento se llevaron a incubar, registrando temperatura y humedad relativa con ayuda de un higrómetro, realizando un monitoreo diaria midiendo el diámetro ecuatorial de las manchas producidas por el hongo en el pétalo, con ayuda de un Vernier digital STAINLESS HARDENED.

Los datos obtenidos del experimentos se analizaron estadísticamente con ayuda del paquete estadístico INFOSTAT versión student.

#### 6.4. PRUEBAS DE CONTROL *IN VITRO* DE *BOTRYTIS* CON PRODUCTOS COMERCIALES

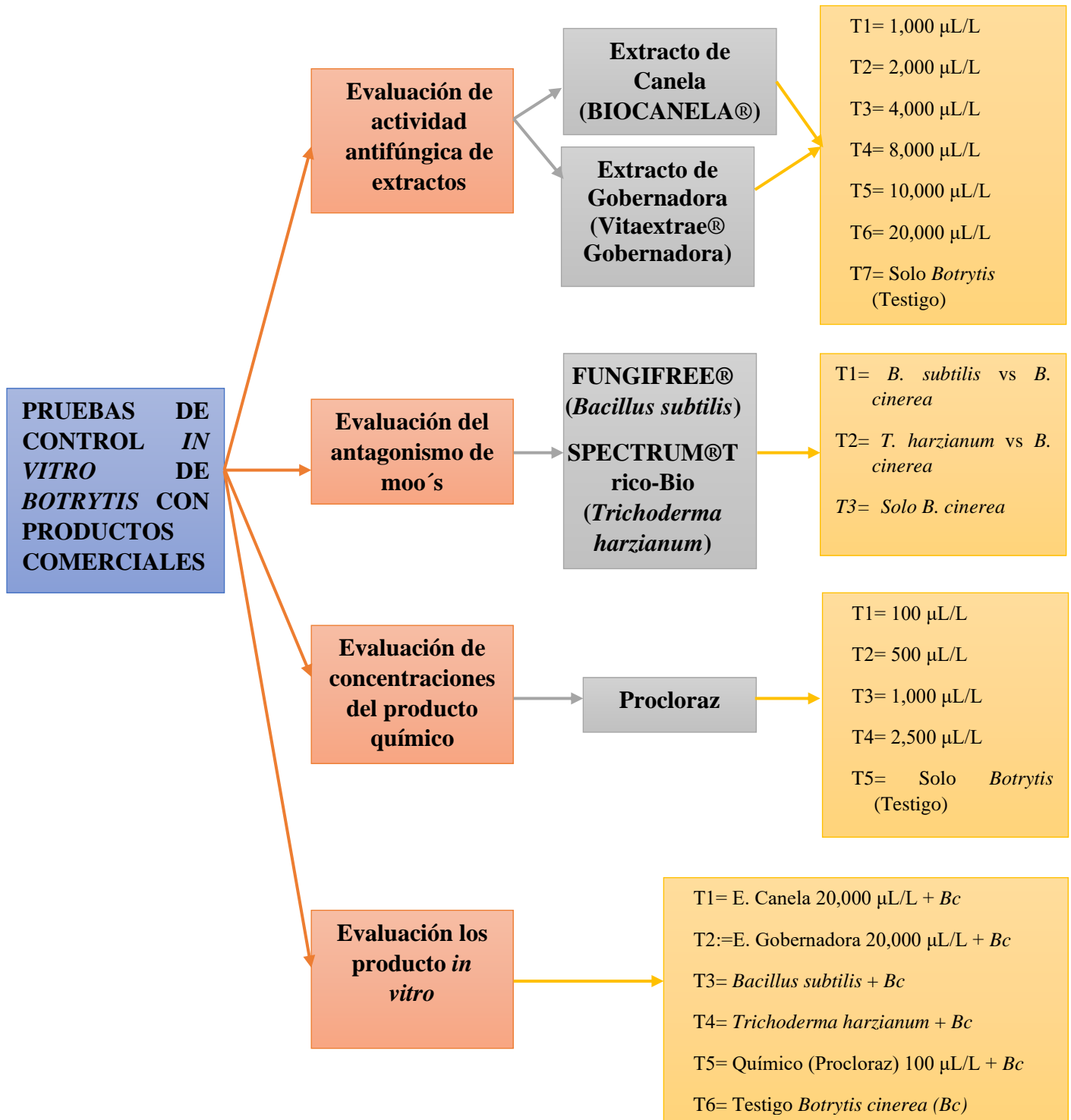


Figura 18. Diagrama de los ensayos de pruebas de control de *Botrytis cinerea* con productos comerciales (Bc= *Botrytis cinerea*).

#### **6.4.1. Evaluación de la actividad antifúngica del extracto de canela y gobernadora contra *B. cinerea* in vitro**

Se prepararon diferentes concentraciones de los productos biorracionales de extracto de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) [BIOCANELA® de la empresa BioNutra] y gobernadora (*Larrea tridentata*) [Vitaextrae® Gobernadora de la empresa PARVITRA] para determinar la mejor concentración a utilizar en el control de *Botrytis cinerea*, mediante la técnica de agar envenenado, según Almasaudi *et al.* (2022), quienes usaron diferentes concentraciones del producto sobre el medio agar PDA y antes de realizar el vaciado en las cajas Petri, se incorporó el producto a la concentración referida. Para nuestro caso se utilizaron concentraciones de 1,000, 2,000, 4,000, 8,000, 10,000 y 20,000  $\mu\text{L L}^{-1}$ , para ambos extractos, debido a que en ensayos previos, el producto no mostro control a dosis más bajas.

El inculo de *Botrytis* se cultivó en cajas Petri por 8 días, para posteriormente tomar discos de 5 mm y sembrar en el medio envenenado al centro de la caja. Cada concentración tuvo cinco repeticiones, más el testigo absoluto. Se midió el diámetro de crecimiento de la colonia con ayuda de un vernier diariamente por cinco días, hasta que el testigo lleno por completo la caja.

Los datos obtenidos se analizaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias de Tukey, con ayuda del paquete estadístico INFOSTAT versión student.

#### 6.4.2. Evaluación del antagonismo de los microorganismos aislados de productos comerciales

Se tomo una muestra del producto comercial diluido en agua, tanto para FUNGIFREE® (*Bacillus subtilis*) como para SPECTRUM® Trico-Bio (*Trichoderma harzianum*), con ayuda de un asa bacteriológica y se sembró la alícuota en estría continua sobre el medio en la caja Petri y se llevó a incubar por cinco días. Posteriormente se realizó un reislamineto de cada organismo crecido en las cajas para asegurar la obtención de una cepa pura.

Una vez obtenida la cepa pura, se realizó un pre-ensayo de confrontación de nuestros antagonistas contra *Botrytis cinerea* para asegurar su efectividad en el control del patógeno, mediante la técnica de confrontación usada por Larios-Palacios *et al.* (2021), la cual consistió en colocar en un extremo de la caja al patógeno y en el lado opuesto al antagonista previamente aislado.

*Trichoderma harzianum* (SPECTRUM® Trico-Bio), se colocó un disco de micelio del hongo benéfico con un crecimiento de 8 días. Para el caso de *Bacillus subtilis* (FUNGIFREE®) este se colocó sobre un disco de papel filtro estéril, en una suspensión líquida de 10 microlitros, con una dilución de  $1 \times 10^6$  conidios  $\text{mL}^{-1}$ , obtenida mediante la prueba de turbidez de la escala Mcfarland. Teniendo los siguientes tratamiento:

- Tratamiento 1: *Bacillus subtilis* vs *Botrytis cinerea* (Bs vs Bc)
- Tratamiento 2: *Trichoderma harzianum* vs *Botrytis cinerea* (Th vs Bc)
- Tratamiento 3: *Botrytis cinerea* solo (Bc), Testigo.

Cada tratamiento tuvo dos repeticiones y se midió diariamente el crecimiento radial de la colonia del hongo patógeno con ayuda de un vernier digital STAINLESS HARDENED.

Los datos obtenidos se analizaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias de Tukey, con ayuda del paquete estadístico INFOSTAT versión student.

### 6.4.3. Evaluación del producto químico (Procloraz) a diferentes concentraciones

Se evaluaron diferentes concentraciones del productos químico Procloraz (SPORTAK®) elaborado por la casa comercial FMC, para determinar la mejor concentración a utilizar en el control de *Botrytis cinerea*, mediante la técnica de agar envenenado, la cual consistió en la elaboración del medio PDA y antes de realizar el vaciado en las cajas Petri se envenenó con los siguientes tratamientos:

- Tratamiento 1: Procloraz 100  $\mu\text{L L}^{-1}$  + Bc
- Tratamiento 2: Procloraz 500  $\mu\text{L L}^{-1}$  + Bc
- Tratamiento 3: Procloraz 1,000  $\mu\text{L L}^{-1}$  + Bc
- Tratamiento 4: Procloraz 2,500  $\mu\text{L L}^{-1}$  + Bc
- Tratamiento 5: Solo *Botrytis cinerea* sin producto (Testigo)

El inóculo de *Botrytis* se cultivó en cajas Petri por 8 días, para posteriormente tomar discos de 5 mm y sembrar en el medio envenenado al centro de la caja. Cada concentración tuvo ocho repeticiones.

Se midió el diámetro de crecimiento de la colonia con ayuda de un vernier digital STAINLESS HARDENED, por cuatro días consecutivos, hasta que el testigo lleno por completo la caja.

Los datos obtenidos se analizaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias de Tukey, con ayuda del paquete estadístico INFOSTAT versión student.

#### 6.4.4. Evaluación de los productos biorracionales biológicos, y químicos en el control de *B. cinerea in vitro*

Una vez obtenida la mejor concentración de cada producto biorracional, biológico y químico en los ensayos anteriores, nuevamente se preparó medio PDA, el cual fue envenenado con el producto comercial BIOCANELA® de la empresa BioNutra (extracto de canela) y Vitaextrae® Gobernadora de la empresa PARVITRA (extracto de gobernadora), así como el producto químico Proclorz (SPORTAK® de la empresa FMC). Por otro lado, las evaluaciones con los antagonistas previamente aislados de los productos comerciales biológicos, se confrontaron con el patógeno en cajas Petri con medio PDA.

Los tratamientos consistieron en el empleo de los productos biorracionales, biológicos y químicos, siendo estos:

- Tratamiento 1: Extracto de canela 20,000  $\mu\text{L L}^{-1}$  + *Bc*
- Tratamiento 2: Extracto de gobernadora 20,000  $\mu\text{L L}^{-1}$  + *Bc*
- Tratamiento 3: *Bacillus subtilis* (aislado de FUNGIFREE®) + *Bc*
- Tratamiento 4: *Trichoderma harzianum* (aislado SPECTRUM® Trico-Bio) + *Bc*
- Tratamiento 5: Producto químico (Procloraz) 100  $\mu\text{L L}^{-1}$  + *Bc*
- Tratamiento 6: Testigo *Botrytis cinerea* (*Bc*)

Las cajas se inocularon con discos de 5 mm del patógeno, el cual fue previamente incubado por 7 días a  $\pm 25^{\circ}\text{C}$  y colocado en un extremo de la caja. Evaluando diariamente el crecimiento radial de la colonia del hongo patógeno con ayuda de un vernier digital STAINLESS HARDENED.

Se evaluaron las variables de porcentaje de crecimiento (%C) y porcentaje de inhibición (%I), según la fórmula de Fokkema (1973), citado por Kagezi *et al.*, (2015); Larios-Palacios *et al.*, (2020).

$$\%C = \frac{CI(100)}{CT}$$

Donde: %C= porcentaje de crecimiento micelial; CI= crecimiento influenciado (mm); CT= crecimiento del testigo (mm).

$$\% I = \frac{DT - DI}{DT} (100)$$

Donde: %I= porcentaje de inhibición del crecimiento micelial;  
**DT**= diámetro del crecimiento micelial del testigo (mm); **DI**=  
diámetro del crecimiento micelial del influenciado (mm).

### Diseño experimental:

Se estableció un diseño experimental completamente al azar con seis tratamientos, cada uno con diez repeticiones, donde la unidad experimental fue una caja Petri de 90 mm de diámetro con medio de cultivo PDA y la previa incorporación de los tratamientos a evaluar.

### Análisis estadístico:

Para la evaluación estadística de los datos, estos fueron sometidos a un análisis de varianza y la prueba de comparación de medias de Tukey ( $p \leq 0.05$ ), con ayuda del paquete estadístico INFOSTAT versión student.

**Cuadro 1. Tratamientos evaluados para el control *in vitro* de *Botrytis cinerea***

TRATAMIENTOS	DOSIS Y CONCENTRACIÓN DE APLICACIÓN
1. Extracto de canela (BIOCANELA®)	20,000 $\mu\text{L L}^{-1}$
2. Extracto de gobernadora (Vitaextrae® gobernadora)	20,000 $\mu\text{L L}^{-1}$
3. <i>Bacillus subtilis</i> (aislado de FUNGIFREE®)	Rodaja de micelio de 5 mm
4. <i>Trichoderma harzianum</i> (aislado de SPECTRUM® Trico-Bio)	Rodaja de micelio de 5 mm
5. Químico (Procloraz)	100 $\mu\text{L L}^{-1}$
6. Testigo (solo <i>Botrytis</i> )	Rodaja de micelio de 5 mm

Todos los tratamientos fueron sembrados en medio PDA, para el caso de los extractos y el producto químico (T1, T2 y T5), estos fueron sembrados mediante la técnica de envenenamiento (ya descrita) y en un extremo de la caja se ubicó el hongo patógeno para evaluar su crecimiento radial. Los organismos biológicos (T3 y T4) fueron sembrados de forma equidistante en el extremo contrario de la caja donde se situó al hongo patógeno.

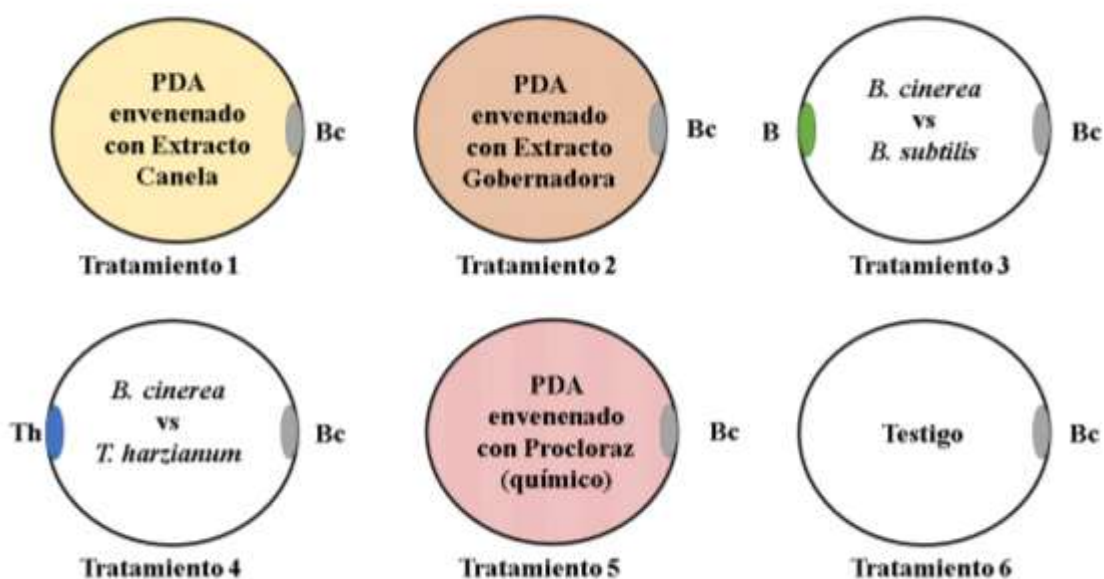


Figura 19. Diagrama del establecimiento de los tratamientos *in vitro* (Bc= *Botrytis cinerea*; B= *Bacillus subtilis*; Th= *Trichoderma harzianum*).

## 6.5. PRUEBAS DE CONTROL DE *BOTRYTIS* CON PRODUCTOS COMERCIALES *IN VIVO*

Se adquirieron botones florales de rosas blancas de la variedad Proud, del mercado FLORACOPIO en condiciones de corte para mercado nacional, con botones semiabiertos (pétalos externos con una separación leve), grandes, turgentes, suaves y un color plenamente visible.

Se desinfectaron las rosas con hipoclorito de sodio al 3% por aspersión y fueron secadas a temperatura ambiente por un periodo de 30 minutos, se colocaron en contenedores de plástico circular liso de 48 onzas, sobre un cuadro de espuma floral (Oasis) de 4 cm de ancho x 5 cm de largo x 3.5 cm de altura, simulando una cámara húmeda.

Ya establecidos los botones con una altura de  $\pm 10$  cm, se inocularon con una suspensión de 100  $\mu\text{L}$  de *B. cinerea* a una concentración de  $1 \times 10^6$  conidios/mL, el cual se preparó previamente.

**Preparación del inóculo:** Colocando en un tubo de ensayo 100 mL de agua destilada y muestras de pétalos con inóculo de *Botrytis* en esporulación, la cual se agito dentro del tubo y con ayuda de la cámara de Neubauer se realizó el recuento de esporas de la solución, la cual se ajustó según la concentración deseada [ $1 \times 10^6$  conidios/mL].

Transcurridas 10 horas, según lo reportado por Gull & Trinci (1971), como tiempo promedio en que aparece al menos un tubo germinativo del hongo, los botones fueron asperjados con los productos ya definidos anteriormente, considerando diez repeticiones por tratamiento.

### Tratamientos:

- T1: Extracto Canela (EC) 20,000  $\mu\text{L L}^{-1}$  + *Botrytis cinerea* (Bc)
- T2: Extracto Gobernadora (EG) 20,000  $\mu\text{L L}^{-1}$  + *Botrytis cinerea* (Bc)
- T3: *B. subtilis* (Bs) [aislado de FUNGIFREE®] + *Botrytis cinerea* (Bc)
- T4: *T. harzianum* (Th) [aislado de SPECTRUM® Trico-Bio] + *B. cinerea* (Bc)
- T5: Químico - Procloraz 100  $\mu\text{L L}^{-1}$  + *Botrytis cinerea* (Bc)
- T6: Químico - Procloraz 2,500  $\mu\text{L L}^{-1}$  + *Botrytis cinerea* (Bc)
- T7: Solo *Botrytis* (Bc) – Testigo.
- T8: Sin ningún tratamiento (S/N) – Doble Testigo.

Los tratamientos se mantuvieron en un espacio fresco e iluminado, por 8 días, simulando la vida de florero en el hogar. Evaluando la incidencia y severidad de la enfermedad de manera visual con ayuda de la escala descrita por Hazendonk *et al.* (1995); Meir *et al.* (1998) y Bergmann *et al.* (2020), modificada para esta investigación.

La escala consistió en 6 clases, donde 0 representa la planta sana, y de manera gradual hasta alcanzar el nivel 6 que indica el cubrimiento de la necrosis o tizón en todo el botón y la presencia de esporulación del hongo como se muestra en la Figura 20.

### **ESCALA DE DAÑO PROPUESTA:**

**0:** 0% sin síntomas

**1:** 1% de enfermedad (diámetro de mancha de 0.1-4 cm en 1 pétalo dañado)

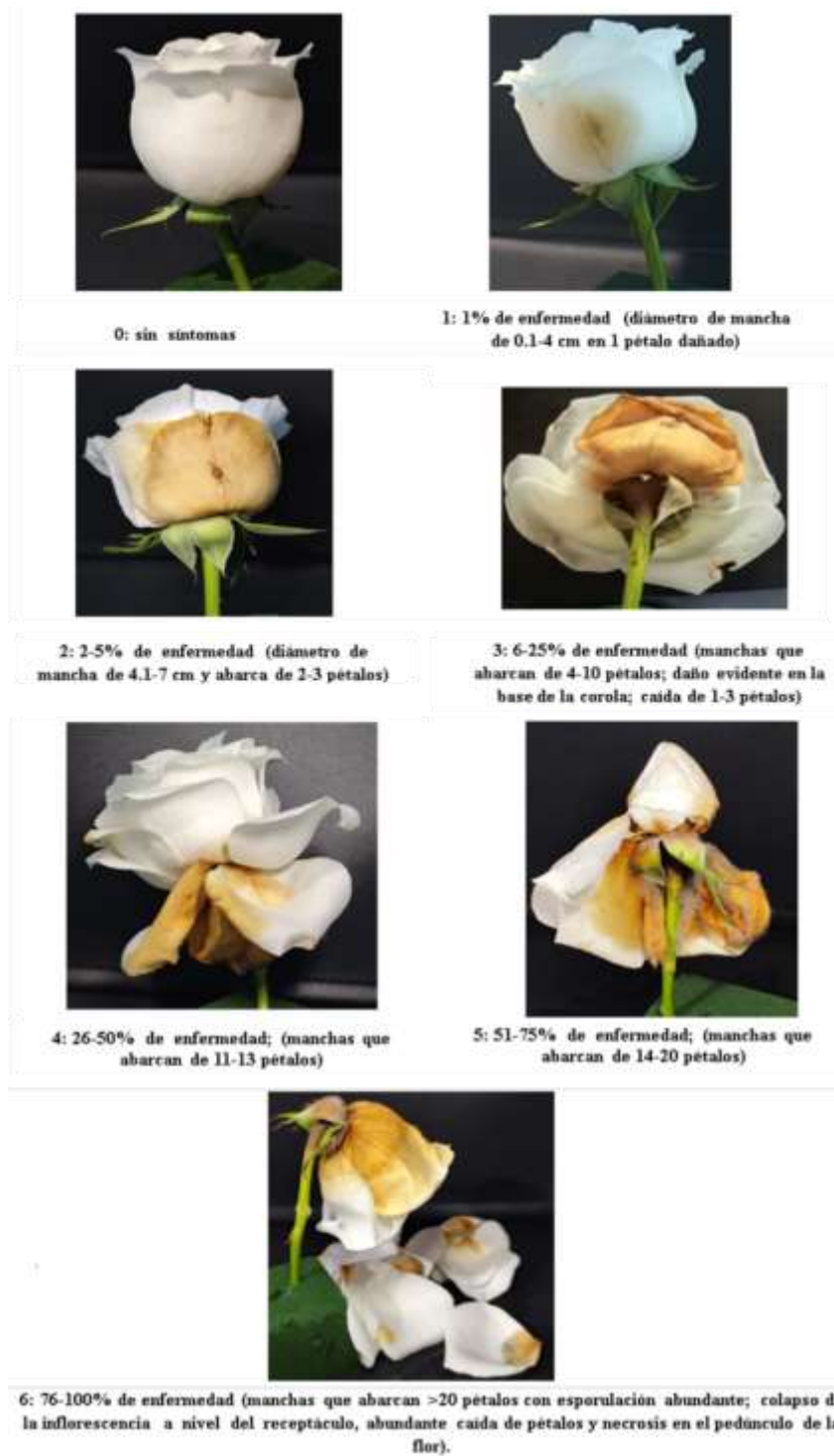
**2:** 2-5% de enfermedad (diámetro de mancha de 4.1-7 cm y abarca de 2-3 pétalos)

**3:** 6-25% de enfermedad (manchas que abarcan de 4-10 pétalos; daño evidente en la base de la corola; caída de 1-3 pétalos)

**4:** 26-50% de enfermedad; (manchas que abarcan de 11-13 pétalos)

**5:** 51-75% de enfermedad; (manchas que abarcan de 14-20 pétalos)

**6:** 76-100% de enfermedad (manchas que abarcan >20 pétalos con esporulación abundante colapso de la inflorescencia a nivel del receptáculo, abundante caída de pétalos y necrosis en el pedúnculo de la flor).



**Figura 20. Escala Pictórica de Severidad de *B. cinerea* en rosa de corte (Elaboración propia)**

**Cuadro 2. Tratamientos evaluados para el control *in vivo* del moho gris (*Botrytis cinerea*) en botones de rosa**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>DOSIS Y CONCENTRACIÓN DE APLICACIÓN</b>
1. Extracto de canela (BIOCANELA®)	20,000 $\mu\text{L L}^{-1}$
2. Extracto de gobernadora (Vitaextrae® gobernadora)	20,000 $\mu\text{L L}^{-1}$
3. <i>Bacillus subtilis</i> (FUNGIFREE AB®)	2 g $\text{L}^{-1}$ / $1 \times 10^9$
4. <i>Trichoderma harzianum</i> (SPECTRUM® Trico-Bio)	5 mL $\text{L}^{-1}$ / $1 \times 10^8$
5. Químico (Procloraz)	100 $\mu\text{L L}^{-1}$
6. Químico (Procloraz)	2,500 $\mu\text{L L}^{-1}$
7. Solo <i>Botrytis</i> (Bc) – Testigo	
8. Sin ningún tratamiento - Doble testigo	---

**Diseño experimental:**

Se aplicó un diseño experimental completamente al azar con ocho tratamientos y diez repeticiones, donde la unidad experimental fue un botón de rosa por contenedor plástico y la previa incorporación de los tratamientos a evaluar.

**Análisis estadístico:**

Para la evaluación estadística de los datos, estos fueron sometidos a un análisis de varianza y la prueba de comparación de medias de Tukey ( $p \leq 0.05$ ), con ayuda del paquete estadístico INFOSTAT versión student.

## 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1. PRUEBAS DE PATOGENICIDAD DE *B. CINEREA* EN PÉTALOS DE ROSA

#### 7.1.1. Pruebas de patogenicidad inoculando con micelio crecido en agar

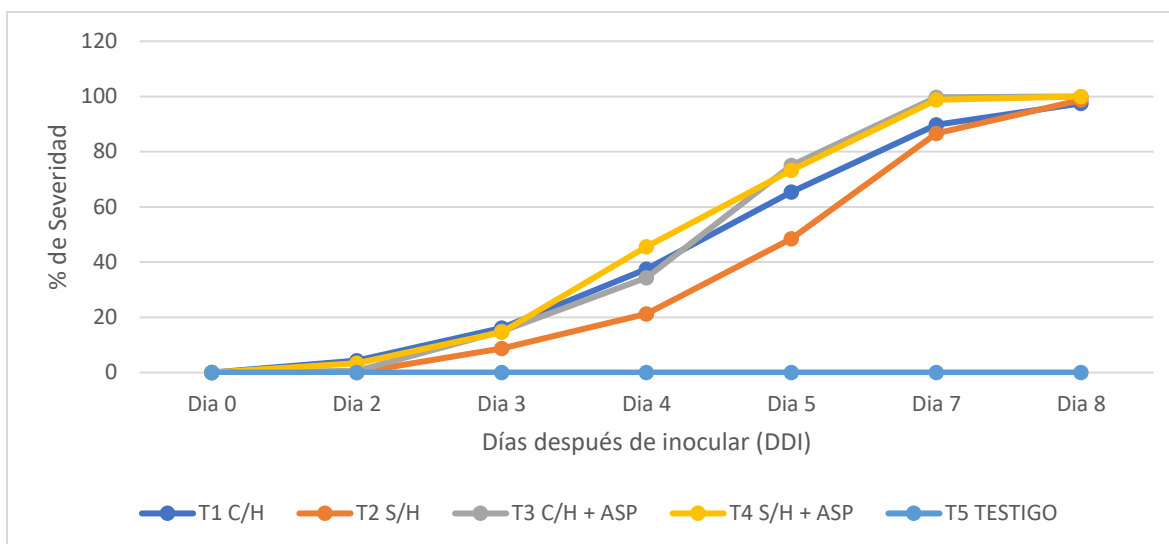
En las pruebas de patogenicidad de *Botrytis* inoculada con discos de micelio en agar sobre el pétalo, se pudo apreciar cuán patógeno es el hongo en estudio, además de su agresividad al invadir al 100% el pétalo y necrosar su tejido en un periodo de 8 días, como se muestra en la Figura 21.

**Cuadro 3. Porcentaje de severidad del crecimiento de *B. cinérea* en pétalos de rosa inoculado con micelio**

TRATAMIENTOS	DDI 0	DDI 2	DDI 3	DDI 4	DDI 5	DDI 7	DDI 8
T1= Pétalos con herida + <i>B. cinerea</i>	0	4.3	16.1	37.5	65.4	89.7	97.5
T2= Pétalos sin herida, + <i>B. cinerea</i>	0	0	8.7	21.2	48.5	86.6	98.7
T3= Pétalos con herida, + agua por aspersion + <i>B. cinerea</i>	0	0.6	15	34.3	75	99.7	100
T4= Pétalos sin herida + agua por aspersion, + <i>B. cinerea</i>	0	3.3	14.6	45.6	73.2	98.7	100
T5= Pétalos sanos (Testigo)	0	0	0	0	0	0	0

**DDI= Días Después de Inocular**

Como se observa en la figura 21, el tratamiento 2 a los cuatro DDI, mostro el más bajo nivel de severidad, sin embargo a los 8 DDI todos los tratamientos alcanzaron el 100% de daño. Por otro lado, como era de esperarse el testigo fue el más bajo en presentar daño, siendo este un proceso de senescencia normal del tejido.



**C/H: Con Herida; S/H: Sin Herida; ASP: Aspersión**

**Figura 21. Porcentaje del daño causado por *B. cinerea* inoculado con micelio sobre pétalos de rosa**

El Cuadro 4, corrobora lo visto en la figura anterior donde el el tratamiento 2, muestra el más bajo nivel de severidad a los cuatro DDI, llegando casi al 100% a los 8 DDI todos los tratamientos.

**Cuadro 4. Área bajo la curva de *B. cinérea* en pétalos de rosa inoculado con micelio**

TRATAMIENTOS	Días Después de Inocular (DDI)							ABC
	0	2	3	4	5	7	8	
<b>T1= Pétalos con herida + <i>B. cinerea</i></b>	0	4.37	16.12	37.5	65.37	89.75	97.5	341.62
<b>T2= Pétalos sin herida, + <i>B. cinerea</i></b>	0	0	8.75	21.25	48.5	86.62	98.75	282.06
<b>T3= Pétalos con herida, + agua por aspersión + <i>B. cinerea</i></b>	0	0.62	15	34.37	75	99.75	100	362.44
<b>T4= Pétalos sin herida + agua por aspersión, + <i>B. cinerea</i></b>	0	3.37	14.62	45.62	73.25	98.75	100	373.31
<b>T5= Pétalos sanos (Testigo)</b>	0	0	1.875	5.625	6.87	22.5	26.25	64.69

**ABC = Área bajo la curva de una enfermedad; DDI= Días Después de Inocular**

El área bajo la curva permitió evaluar la severidad con un procedimiento cuantitativo más preciso, estimando la cantidad de enfermedad a lo largo del tiempo, como lo describe Forbe (2014). Comportándose de igual manera que con el uso de la escala de daño antes mencionada, reafirmando los datos obtenidos.

**Cuadro 5. Área dañada por *B. cinerea* en pétalos de rosa inoculado con micelio, evaluado con el software Imagen J**

TRATAMIENTOS	Días Después de Inocular (DDI)						
	0	2	3	4	5	7	8
T1= Pétalos con herida + <i>B. cinerea</i>	0	3.20	13.28	31.63	62.74	90.12	96.96
T2= Pétalos sin herida, + <i>B. cinerea</i>	0	0.86	5.98	16.81	41.77	84.27	98.28
T3= Pétalos con herida, + agua por aspersión + <i>B. cinerea</i>	0	0.57	9.32	27.67	71.59	99.51	100
T4= Pétalos sin herida + agua por aspersión, + <i>B. cinerea</i>	0	2.21	11.49	33.95	68.40	98.94	100
T5= Pétalos sanos (Testigo)	0	0.00	0.89	4.47	8.41	23.82	25.64

**DDI= Días Después de Inocular**

Empleando el uso del softwer Imgen J, que emplea imágenes y pixeles para delimitar áreas de interés como fue el caso de la severidad, fue de utilidad para la medición del área dañada sobre los pétalos de rosa. Al igual que el cuadro 4 el tratamiento 2 mostró menor área dañada a los 4 DDI, sin embargo a los 8 DDI todos los tratamientos mostraron el mayor rango de área dañada (cuadro 5).

El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas ( $p < 0.0001$ ) entre los tratamientos y un coeficiente de variación de 4.2%. Por su parte, la comparación de medias de Tukey al 5% evidenció que el testigo (sin inoculación) fue significativamente diferente

(grupo A) de todos los tratamientos inoculados con *Botrytis* (grupo B). Por su parte, los tratamientos con herida, sin herida, sin herida + aspersion y con herida + aspersion no mostraron diferencias significativas entre sí, lo que indica un comportamiento de crecimiento del patógeno similar sin importar la condición del pétalo.

### **Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DCM	40	0.99	0.99	4.20

### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	62840.00	4	15710.00	1418.97	<0.0001
Tratamiento	62840.00	4	15710.00	1418.97	<0.0001
Error	387.50	35	11.07		
Total	63227.50	39			

### **Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=4.78320**

Error: 11.0714 gl: 35

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Testigo	0.00	8	1.18 A
C/Herida	97.50	8	1.18 B
S/Herida	98.75	8	1.18 B
S/Herida Asp	100.00	8	1.18 B
C/Herida Asp	100.00	8	1.18 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

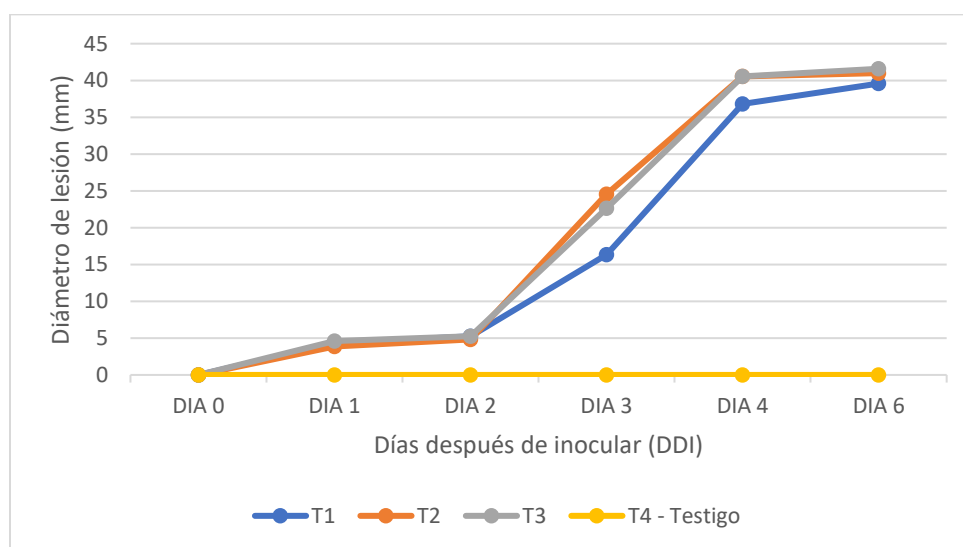
### 7.1.2. Pruebas de patogenicidad a diferentes concentraciones de *B. cinerea* (conidios/mL)

Los resultados de las pruebas de patogenicidad con diferentes concentraciones de *Botrytis cinerea* demuestran que sin importar la concentración de conidios presentes, el hongo es capaz de desarrollarse y propiciar la enfermedad, partiendo de que en la literatura una de las concentraciones más recomendadas para la inoculación de conidios de *Botrytis* es de  $1 \times 10^6$  conidios/ mL (Almasaudi *et al.*, 2022), se tomó dicha cantidad como la concentración más alta y se probaron dos más bajas de  $1 \times 10^5$  y  $5 \times 10^5$ , las cuales fueron igualmente de capaces de infectar al pétalo, con un 100% de incidencia en el total de repeticiones.

**Cuadro 6. Crecimiento diario de *B. cinerea* en pétalos de rosa inoculado con diferentes concentraciones de conidios**

	DDI 0	DDI 1	DDI 2	DDI 3	DDI 4	DDI 6
T1 - $1 \times 10^5$	0	4.32	5.25	16.35	36.83	39.58
T2 - $1 \times 10^6$	0	3.85	4.84	24.58	40.57	41
T3 - $1 \times 10^7$	0	4.61	5.25	22.63	40.54	41.59
T4 - TESTIGO	0	0	0	0	0	0

DDI= Días Después de Inocular



T1=  $1 \times 10^5$  conidios  $\text{mL}^{-1}$ ; T2=  $1 \times 10^6$  conidios  $\text{mL}^{-1}$ ; T3=  $1 \times 10^7$  conidios  $\text{mL}^{-1}$ ; T4= Testigo.

**Figura 22. Crecimiento del diámetro de lesión (mm) en pétalos de rosa inoculados con *B. cinerea* a diferentes concentraciones**

## Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DCE	32	0.96	0.95	13.28

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10103.85	3	3367.95	201.99	<0.0001
Tratamiento	10103.85	3	3367.95	201.99	<0.0001
Error	466.86	28	16.67		
Total	10570.72	31			

### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=5.57440

Error: 16.6737 gl: 28

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T4 - Testigo	0.00	8	1.44 A
T1	40.03	8	1.44 B
T2	41.50	8	1.44 B
T3	41.51	8	1.44 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas ( $p < 0.0001$ ) entre los tratamientos y un coeficiente de variación de 13.28%. Por su parte, la comparación de medias arroja que hay diferencia significativa entre el testigo (sin inóculo) y los tratamientos. Por otro lado, no se observó diferencias en el crecimiento de la lesión, en las diferentes concentraciones de conidios de *B. cinerea*, por lo que se puede usar cualquiera de las concentraciones usadas en el experimento para las próximas pruebas.

### **7.1.3. Pruebas de patogenicidad de *Botrytis* empleando diferentes condiciones en el desarrollo de la enfermedad (con y sin herida, con aspersion y sin aspersion de agua)**

Las pruebas de patogenicidad de *Botrytis* en pétalos de rosa, demostraron que el hongo *Botrytis cinerea*, aislado de rosas de corte, es un agente fúngico agresivo, por su capacidad de infectar pétalos de rosa, exista o no una herida que le permita entrar, en un rango de 19 a 21°C, concordando con los rangos óptimos de crecimiento del hongo, sin embargo, Almasaudi *et al.* (2022), reportan que el hongo requiere HR por arriba 90%, siendo que en nuestro caso a una HR del 52% el hongo era capaz de colonizar.

Los resultados obtenidos evidenciaron que la presencia de heridas constituye un factor determinante en el desarrollo de la enfermedad. El tratamiento con herida mostró el mayor progreso de la infección, alcanzando un valor de 4.46 de diámetro mayor a los seis días de inoculación del patógeno.

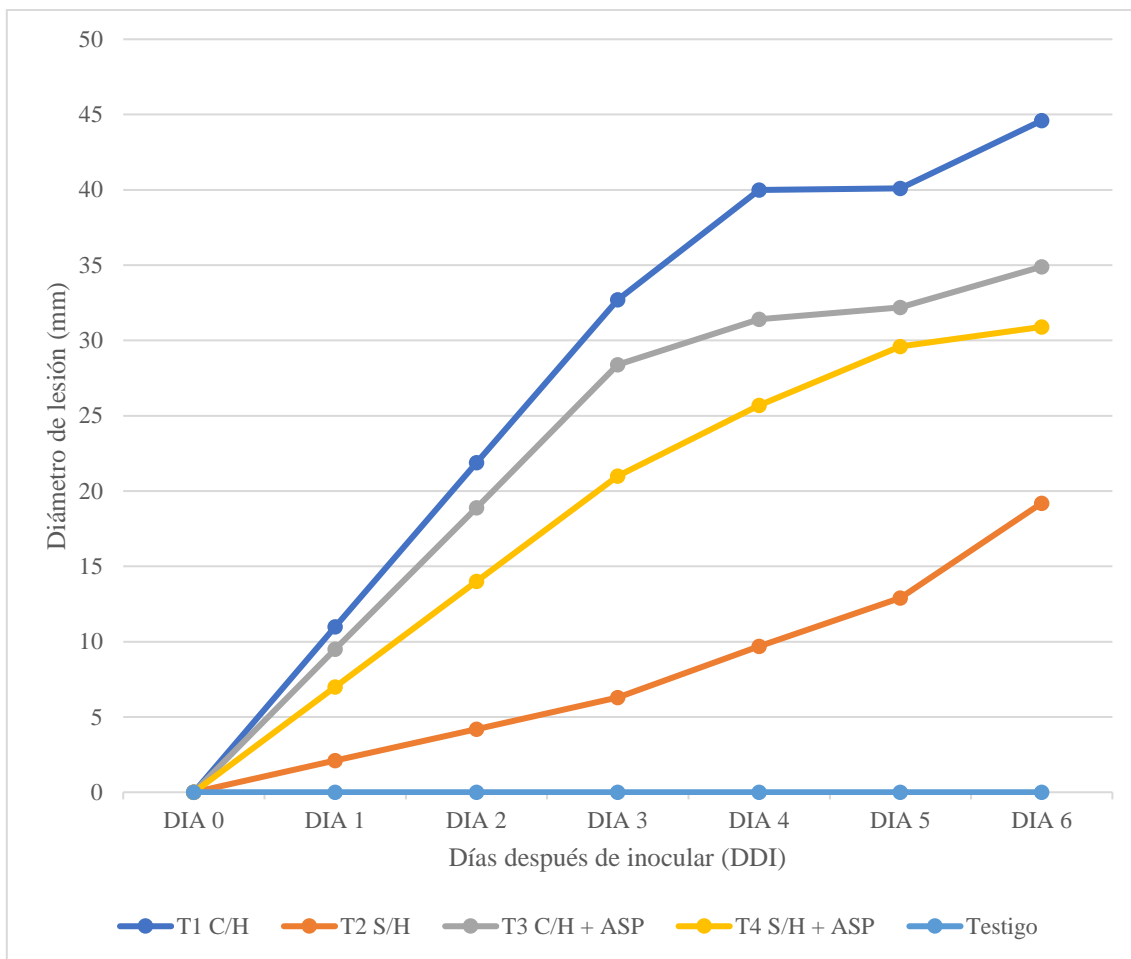
En contraste, los pétalos sin herida presentaron un avance mucho menor, con un valor final de 1.92. Sin embargo, este crecimiento, aunque limitado, confirma la capacidad de *Botrytis* de penetrar tejidos intactos, probablemente mediante la secreción de enzimas degradadoras de la pared celular y toxinas no selectivas (Bi, et al., 2023), lo cual ha sido señalado como uno de los factores de virulencia característicos del patógeno.

Sin embargo, se puede resaltar que la presencia de agua libre por aspersion, favorece el desarrollo del hongo con valores de 3.49 y 3.09, para los tratamientos respectivos con herida + aspersion y sin herida + aspersion; resaltando que el tratamiento sin herida presentó los valores más bajos con diámetros 1.92 para los tratamientos con inoculo, lo que nos permite inferir que las condiciones de herida y adición de agua favorecen la infección de *Botrytis* en los pétalos de rosa.

**Cuadro 7. Diámetro de lesión por *B. cinerea* en pétalos de rosa en diferentes condiciones de incubación**

	DDI 0	DDI 1	DDI 2	DDI 3	DDI 4	DDI 5	DDI 6
<b>T1= Pétalos con herida + <i>B. cinerea</i></b>	0.00	11.0	21.9	32.7	40.0	40.1	44.6
<b>T2= Pétalos sin herida, + <i>B. cinerea</i></b>	0.00	2.1	4.2	6.3	9.7	12.9	19.2
<b>T3= Pétalos con herida, + agua por aspersion + <i>B. cinerea</i></b>	0.00	9.5	18.9	28.4	31.4	32.2	34.9
<b>T4= Pétalos sin herida + agua por aspersion, + <i>B. cinerea</i></b>	0.00	7.0	14.0	21.0	25.7	29.6	30.9
<b>T5= Pétalos sanos (Testigo)</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

C/H: Con Herida; S/H: Sin Herida; ASP: Aspersion



C/H: Con Herida; S/H: Sin Herida; ASP: Aspersión

**Figura 23. Crecimiento del diámetro de lesión (mm) en pétalos de rosa inoculados con *B. cinerea* bajo diferentes condiciones de crecimiento**

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DCE	40	0.65	0.61	45.90

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	90.07	4	22.52	16.24	<0.0001
Tratamiento	90.07	4	22.52	16.24	<0.0001
Error	48.53	35	1.39		
Total	138.60	39			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.69276**

Error: 1.3866 gl: 35

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Testigo	0.00	8	0.42 A
S/Herida	1.92	8	0.42 B
S/Herida Asp	3.09	8	0.42 B C
C/Herida Asp	3.49	8	0.42 B C
C/Herida	4.33	8	0.42 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

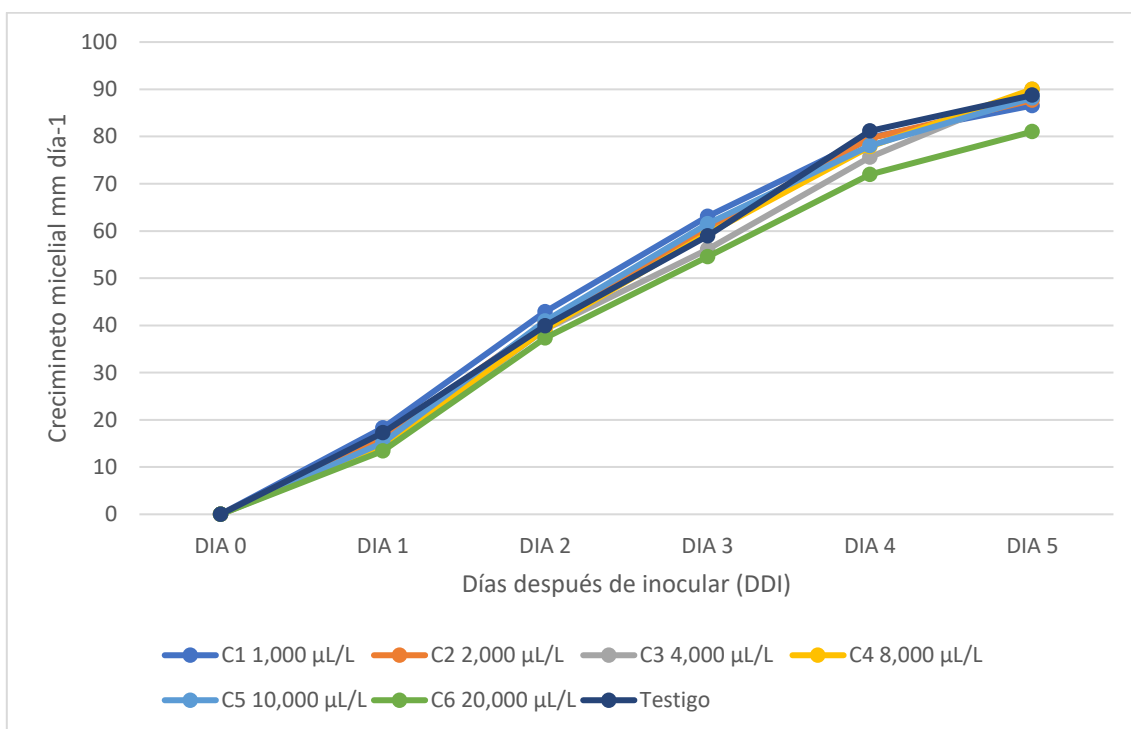
El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados para la variable DCE ( $p < 0.0001$ ). El modelo explicó el 65 % de la variación total y confirmó que las condiciones experimentales influyen de manera determinante en el desarrollo del patógeno.

La prueba de Tukey indicó que el tratamiento con herida presentó el mayor nivel de desarrollo, mientras que el testigo no mostró crecimiento. Los tratamientos intermedios sin herida + aspersion y con herida + aspersion reflejaron una respuesta moderada, lo que sugiere que la condición del pétalo (sin herida y con herida) adicionados con la aspersion de agua modulan significativamente la patogenicidad. En conjunto, estos resultados evidencian que el tratamiento con herida es el que más favorece el desarrollo de *Botrytis* bajo las condiciones evaluadas. Confirmando lo ya mencionado en la gráfica anterior, siendo que el agua libre permite un buen desarrollo del hongo, sin embargo, la presencia de herida en el pétalo, permite la entrada rápida del patógeno, acelerando su desarrollo, tal como menciona Snowdon (1990); Wencker & Thomma (2020), las heridas causadas por insectos y aves, así como los daños físicos infligidos antes o durante la cosecha, son importantes puntos de entrada para patógenos como *Botrytis cinerea*, agentes causales del moho gris.

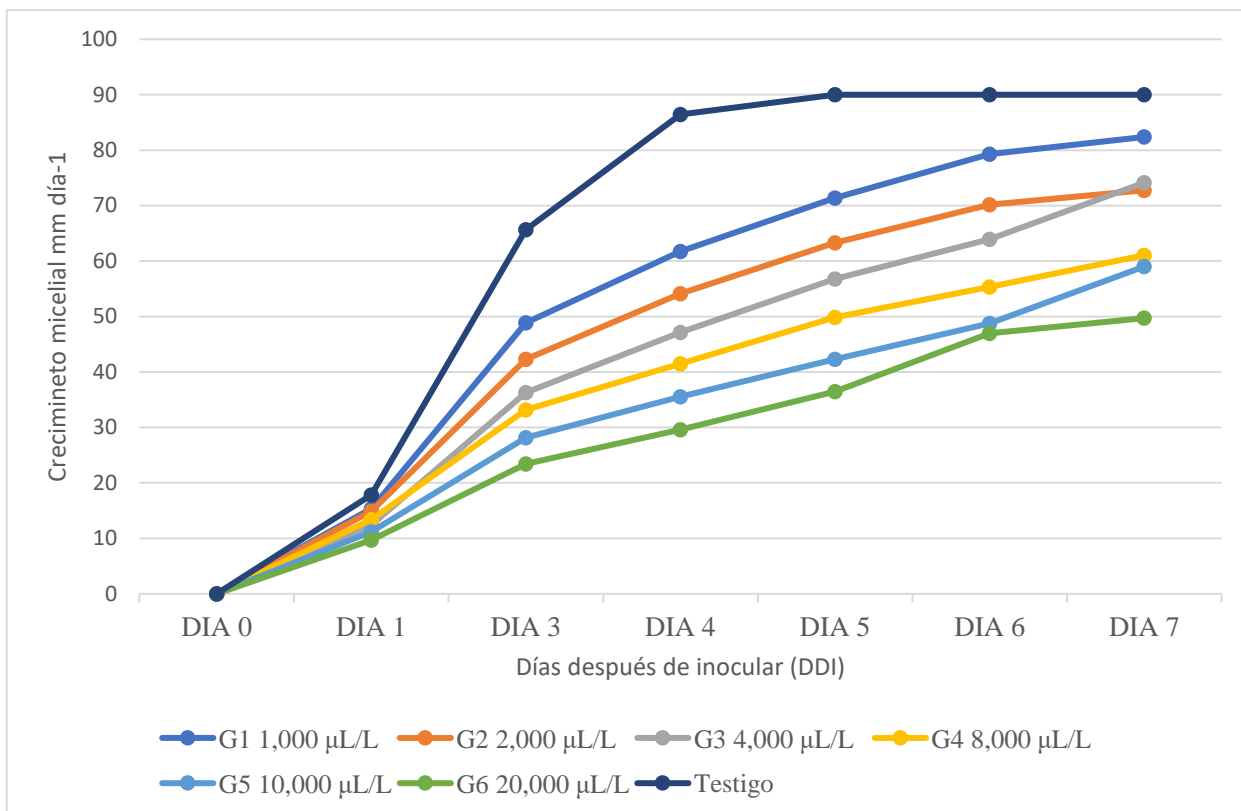
## 7.2. PRUEBAS DE CONTROL *IN VITRO* DE *BOTRYTIS* CON PRODUCTOS COMERCIALES

### 7.2.1. Evaluación de la actividad antifúngica del extracto de canela y gobernadora contra *B. cinerea in vitro*

En esta evaluación se probaron distintas concentraciones de los productos BIOCANELA® de la empresa BioNutra (extracto de canela) y Vitaextrae® Gobernadora de la empresa PARVITRA (extracto de gobernadora), a concentraciones de 1,000, 2,000, 4,000, 8,000, 10,000 y 20,000  $\mu\text{L L}^{-1}$ , para ambos extractos; donde se encontró un mínimo control sobre el patógeno por parte del extracto de canela en comparación con el testigo, como se puede visualizar en la Gráfica 24; caso contrario del extracto de gobernadora, el cual, como nos muestra la Gráfica 25, presentó valores de crecimiento de la colonia del *Botrytis* menores en cada una de las concentraciones utilizadas en comparación con el testigo, el cual cubrió por completo la caja Petri a los cinco días después de su siembra, destacando la concentración más alta de 20,000  $\mu\text{L L}^{-1}$  de producto



**Figura 24. Efecto del extracto de canela (BIOCANELA®) a diferentes concentraciones en el crecimiento de *B. cinerea in vitro***



**Figura 25. Efecto del extracto de gobernadora (Vitaextrae® gobernadora) a diferentes concentraciones en el crecimiento de *B. cinerea* in vitro**

Sin embargo, al someter los datos al análisis de varianza (ANOVA) y a la comparación de medias de Tukey, con ayuda del paquete estadístico INFOSTAT versión student. Se encontró que para el caso de los extractos de canela, aunque existieron ligeras variaciones en las medias del diámetro de crecimiento de la colonia (DCC) entre tratamientos, estas no fueron estadísticamente significativas según el análisis de varianza ( $p = 0.1374$ ).

La prueba de Tukey confirmó que todos los tratamientos, incluyendo el testigo, pertenecen al mismo grupo estadístico, por lo que no se observaron diferencias relevantes. Esto sugiere que el factor evaluado de las diferentes concentraciones del extracto no influyó de manera clara en el desarrollo del diámetro de crecimiento de la colonia de *Botrytis*, posiblemente debido a que el efecto fue mínimo.

### Análisis de la varianza del extracto de Canela

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DCC	35	0.28	0.12	5.90

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) del extracto de Canela

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	286.31	6	47.72	1.79	0.1374
Tratamiento	286.31	6	47.72	1.79	0.1374
Error	746.25	28	26.65		
Total	1032.56	34			

### Comparación de medias de Tukey del extracto de Canela

**Alfa=0.05 DMS=10.35724**

*Error: 26.6518 gl: 28*

Tratamiento	Medias	n	E.E.
C 20000	81.03	5	2.31 A
C 1000	86.56	5	2.31 A
C 2000	87.69	5	2.31 A
C 10000	88.19	5	2.31 A
Testigo	88.75	5	2.31 A
C 8000	90.00	5	2.31 A
C 4000	90.00	5	2.31 A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

Para el caso del extracto de gobernadora, el análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas ( $p < 0.0001$ ) en la variable diámetro de crecimiento de la colonia (DCC) entre los tratamientos evaluados, lo que indica que la aplicación de los mismos tiene un efecto real sobre la respuesta medida.

Las dosis más bajas (1,000  $\mu\text{L L}^{-1}$ ) y el testigo lograron los valores más altos de crecimiento de la colonia, mientras que la dosis más alta (20,000  $\mu\text{L L}^{-1}$ ) presentó el valor más bajo de

crecimiento del patógeno. Por su parte, los tratamientos intermedios no mostraron diferencias claras. En general, se observa que dosis elevadas del producto biorracional reducen el diámetro de crecimiento de la colonia (DCC), mientras que dosis bajas o la ausencia de tratamiento lo favorecen.

### **Análisis de la varianza del extracto de Gobernadora**

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
DCC	35	0.67	0.60	13.71

### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) del extracto de Gobernadora**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	5145.75	6	857.63	9.51	<0.0001
Tratamiento	5145.75	6	857.63	9.51	<0.0001
Error	2524.28	28	90.15		
Total	7670.04	34			

### **Comparación de medias de Tukey del extracto de Gobernadora**

**Alfa=0.05 DMS=19.04895**

*Error: 90.1530 gl: 28*

<u>Tratamiento</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
G 20000	49.72	5	4.25	A
G 10000	59.02	5	4.25	A B
G 8000	61.05	5	4.25	A B
G 2000	72.77	5	4.25	B C
G 4000	74.14	5	4.25	B C
G 1000	82.38	5	4.25	C
Testigo	85.59	5	4.25	C

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

### 7.2.2. Evaluación del antagonismo de los microorganismos aislados de productos comerciales

El empleo de los antagonistas en el control de *Botrytis* resultó estadísticamente significativo ( $p = 0.0104 < 0.05$ ), lo que evidencia diferencias entre los tratamientos evaluados. La prueba de comparación de medias de Tukey al 5% indicó que los tratamientos *Trichoderma harzianum* confrontado con *Botrytis cinerea in vitro* (Th vs Bc), y *Bacillus subtilis* confrontado con *B.cinerea* (Bs vs Bc), mostraron menor DDC (41.01 y 48.33 mm respectivamente) que en el tratamiento donde no se inoculó con antagonistas, mostrando valores de DDC de 90 mm.

En conjunto, estos resultados demuestran que los tratamientos con organismos con actividad antagónica, generaron una respuesta significativamente mayor en comparación con el testigo, lo que sugiere que dichos tratamientos influyen positivamente en el control del patógeno en estudio.

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DCM	6	0.95	0.92	11.43

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2793.93	2	1396.97	29.91	0.0104
Tratamiento	2793.93	2	1396.97	29.91	0.0104
Error	140.13	3	46.71		
Total	2934.06	5			

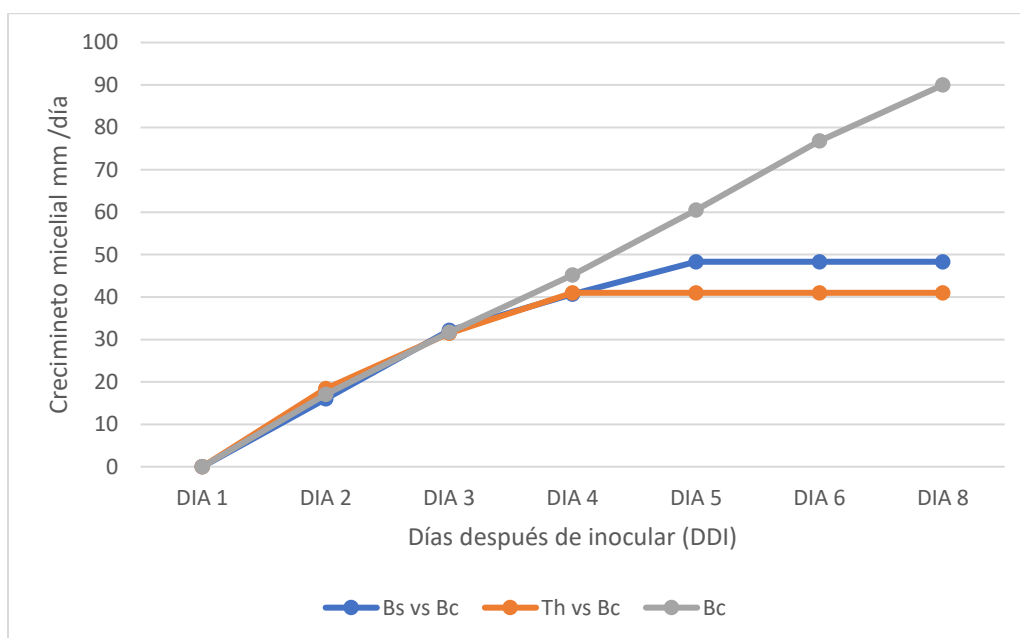
#### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=28.55940

Error: 46.7092 gl: 3

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Th vs Bc	41.01	2	4.83 A
Bs vs Bc	48.33	2	4.83 A
Bc	90.00	2	4.83 B

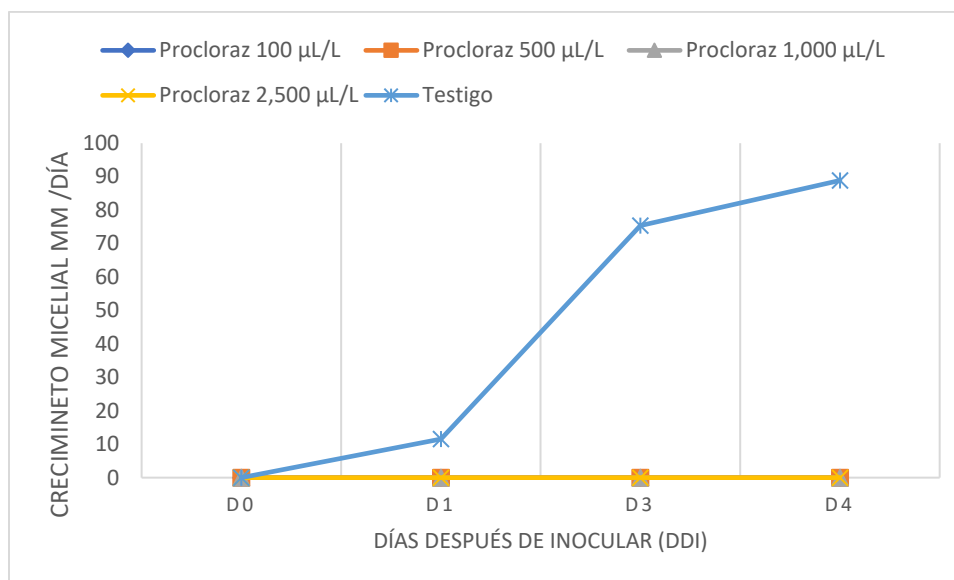
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

La figura 26 presenta la efectividad de *T. harzianum*, y *B. subtilis*, ya que el crecimiento del patógeno se ve influenciada por la presencia de dichos antagonistas, siendo *Trichoderma* el más efectivo al detener el crecimiento del patógeno a los 4 DDI, tal vez debido a sus múltiples modos de acción. De igual manera *Bacillus*, mostró a los 5 DDI su poder inhibitorio contra *Botrytis*, en comparación con el Testigo, este siguió invadiendo la caja sin ningún obstáculo. Lo que demuestra el efecto antagónico de *T. harzianum* contra *Botyitis* en el modelo de estudio *in vitro*, confirmando otros antecedentes al respecto (Calvo, 2012; Larios-Palacios. 2020). Al igual que, la bacteria antagónica *B. subtilis* mediante el método de confrontación de placas contra el hongo patógeno *B. cinerea* como lo menciona en su artículo Bu y colaboradores (2021).



**Figura 26. Efecto de los antagonistas sobre el crecimiento de *B. cinerea* sembrados en crecimiento dual**

### 7.2.3. Evaluación del producto químico (Procloraz) a diferentes concentraciones



**Figura 27. Efecto del producto Procloraz en diferentes concentraciones en el crecimiento de *B. cinerea in vitro***

La gráfica nos permite observar de manera visual que las cuatro concentraciones probadas del producto químico (Procloraz) son capaces de inhibir el desarrollo del patógeno en las cajas Petri, en comparación con el testigo, el cual tardó en cubrir la caja 4 días después de su inoculación. Determinando que la dosis mínima de producto requerida para controlar *B. cinerea in vitro* es de  $100 \mu\text{L L}^{-1}$ . Llanos & Apaza (2018), realizaron pruebas similares con el objetivo de evaluar el efecto de cinco fungicidas químicos en el control de *B. cinerea* en condiciones de laboratorio y de campo, para el cultivo de fresa.

El análisis de varianza (ANOVA) mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos ( $F = 6048.89$ ;  $p < 0.0001$ ), con un coeficiente de variación ( $CV = 8.13 \%$ ) bajo, reflejando buena precisión experimental y confiabilidad en los datos obtenidos.

La prueba de comparación de medias de Tukey al 5% evidenció que los tratamientos con Procloraz a diferentes concentraciones ( $100, 500, 1,000$  y  $2,500 \mu\text{L L}^{-1}$ ) no presentaron diferencias significativas entre sí, conformando un mismo grupo estadístico (grupo A). Sin embargo, todos los tratamientos con Procloraz difirieron significativamente del testigo

(grupo B), el cual presentó el valor promedio más alto de Diámetro de Crecimiento (DCC = 88.86).

Estos resultados demuestran que la aplicación de Procloraz, independientemente de la dosis utilizada, fue altamente efectiva para reducir el crecimiento del hongo patógeno, mientras que la ausencia del fungicida permitió un desarrollo considerable de *Botrytis cinerea*. Demostrando porque sigue siendo uno de los fungicidas más usados en el control del moho gris en rosa, ya que el ingrediente activo actúa inhibiendo la enzima esterol 14 $\alpha$ desmetilasa, codificada por el gen CYP51, siendo un mecanismo esencial para el desarrollo del hongo (Zhang *et al.*, 2020; Giraldo *et al.*, 2024). De igual forma, ha sido probado para el control de algunas otros patógenos como *Sclerotinia sclerotiorum* (Zhang, *et al.*, 2019); enfermedades como antracnosis en el cultivo de mango (Swart, *et al.*, 2009); así como algunas enfermedades causadas por especies de *Colletotrichum* (Dinler & Benlioğlu, 2019).

Por tanto, se concluye que Procloraz inhibe el crecimiento del hongo, sin observarse un efecto en las concentraciones probadas, por lo que para los siguientes experimentos se utilizara la dosis más baja (100  $\mu\text{L L}^{-1}$ ).

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DCC	40	1.00	1.00	8.13

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	50532.19	4	12633.05	6048.89	<0.0001
Tratamiento	50532.19	4	12633.05	6048.89	<0.0001
Error	73.10	35	2.09		
Total	50605.29	39			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=2.07746**

*Error: 2.0885 gl: 35*

<u>Tratamiento</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
Procloraz 500 µL	0.00	8	0.51 A
Procloraz 2,500 µL	0.00	8	0.51 A
Procloraz 100 µL	0.00	8	0.51 A
Procloraz 1,000 µL	0.00	8	0.51 A
<u>Testigo</u>	<u>88.86</u>	<u>8</u>	<u>0.51 B</u>

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

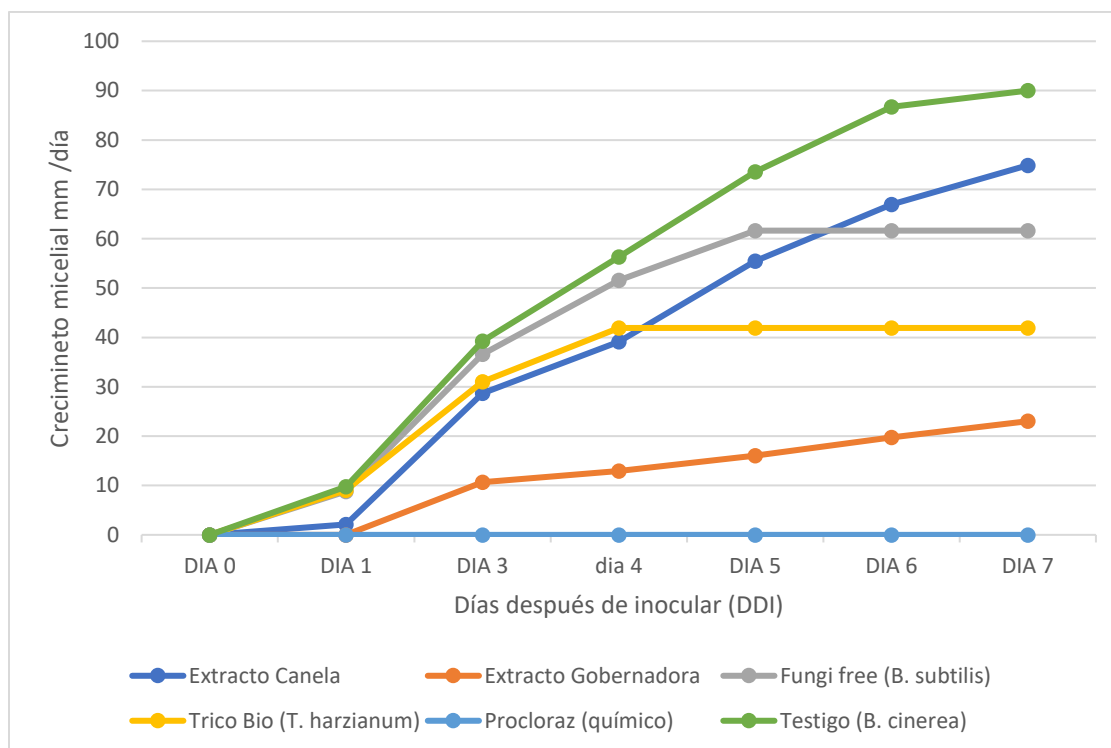
#### 7.2.4. Evaluación de los productos biorracionales biológicos, y químicos en el control de *B. cinerea in vitro*

Los productos evaluados *in vitro* mostraron su efecto inhibitorio en diferentes capacidades en comparación con el testigo donde solo creció el patógeno. Destacando que el uso de cualquier acción tiene un efecto sobre el desarrollo de la enfermedad. Desde el producto químico (Procloraz), el cual inhibió el desarrollo del hongo en un 100%; pasando por los biológicos los cuales en un principio aceleraron el crecimiento del patógeno, sin embargo, al paso de 4 días para el caso de *T. harzianum* y 5 para *B. subtilis*, cómo se observa en la Figura 28, detuvieron por completo el crecimiento del hongo, con un porcentaje de inhibición 53.43% para *Trichoderma* y del 31.52% para *Bacillus*, esto debido a la formación de toxinas que inhibieron su desarrollo para el caso de la bacteria y por el acelerado crecimiento del hongo benéfico el cual no le dio cabida a *Botrytis* para seguir desarrollándose.

**Cuadro 8. Comparación de respuesta de crecimiento *in vitro* de *Botrytis* con diferentes productos biorracionales, biológicos y químicos**

Tratamiento	%Inhibición	%Crecimiento
Extracto Canela	16.81	83.19
Extracto Gobernadora	74.42	25.58
Fungi free ( <i>B. subtilis</i> )	31.52	68.48
Trico Bio ( <i>T. harzianum</i> )	53.43	46.57
Procloraz (químico)	100	0
Testigo ( <i>B. cinerea</i> )	0	100

Finalmente, los extractos mostraron un efecto de inhibición variado, siendo que el extracto de canela redujo al mínimo el crecimiento del hongo (16.81%), caso contrario del extracto de gobernadora el cual demostró un buen control sobre el desarrollo del patógeno con un 74.42% de inhibición.



**Figura 28. Efecto de los productos biorracionales, biológicos y químicos en la inhibición del crecimiento radial de *B. cinerea***

El análisis de varianza (ANOVA) mostró diferencias altamente significativas ( $p < 0.0001$ ) entre los tratamientos evaluados sobre el Diámetro de Crecimiento de la Colonia (DCC) de *Botrytis cinerea* en condiciones *in vitro*.

La prueba de comparación de medias de Tukey al 5% evidenció la existencia de seis grupos estadísticamente distintos. El tratamiento con Procloraz (químico) el que presentó el menor diámetro (0.00 mm), lo que indica una inhibición total del crecimiento micelial, siendo el tratamiento más eficaz. Entre los tratamientos biológicos y biorracionales, el extracto de gobernadora (23.03 mm) y *Trichoderma harzianum* (41.92 mm) mostraron reducciones significativas del crecimiento respecto al Testigo (90.00 mm), destacándose como alternativas prometedoras de control. En contraste, el extracto de canela (74.87 mm) y *Bacillus subtilis* (61.63 mm) presentaron una eficacia mínima, lo que no los descarta como una alternativa de control, pero sería importante que en futuras investigaciones se probaran diferentes concentraciones o preparados a base de canela, así como para el caso de *Bacillus*, emplear cepas diferentes.

En general, los resultados confirman que los tratamientos evaluados influyen significativamente en el desarrollo de *B. cinerea*, siendo el Procloraz el más eficaz, seguido por el extracto de gobernadora y el biocontrol con *T. harzianum*, los cuales podrían considerarse como alternativas sostenibles al control químico convencional.

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DCC	48	0.97	0.97	11.06

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

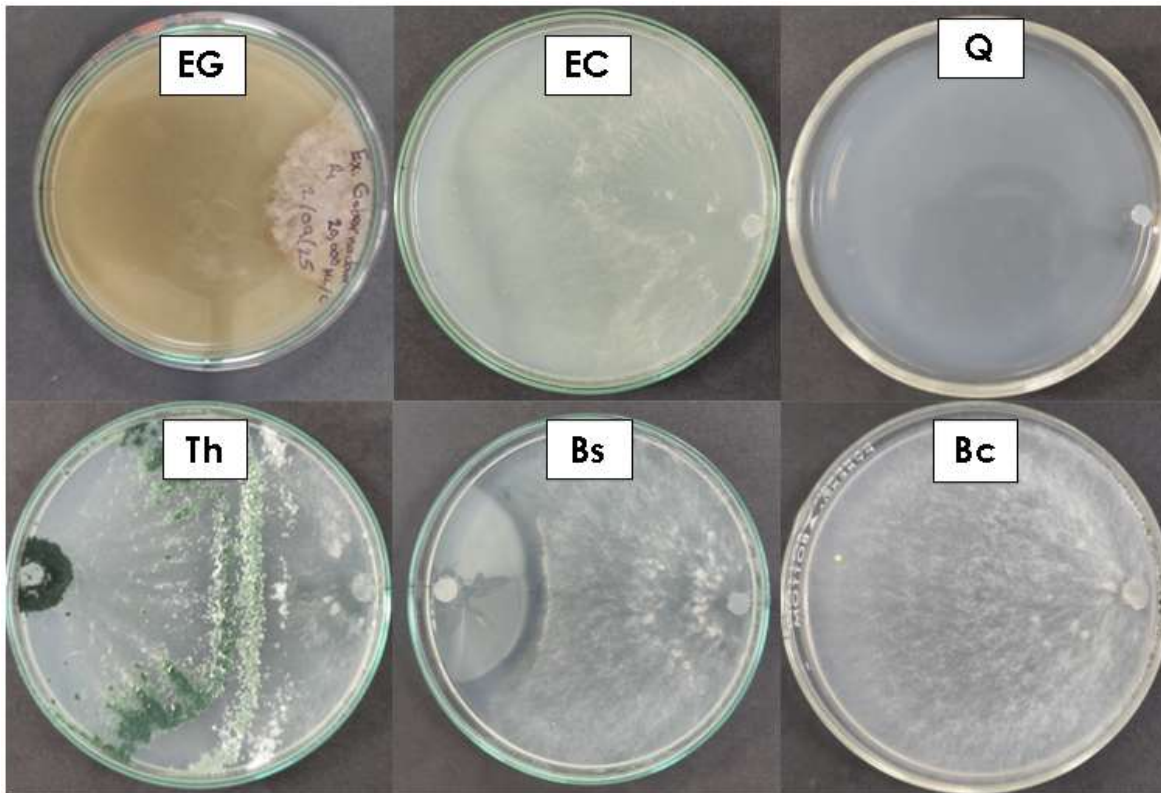
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	45078.49	5	9015.70	312.48	<0.0001
Tratamiento	45078.49	5	9015.70	312.48	<0.0001
Error	1211.80	42	28.85		
Total	46290.29	47			

#### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=8.01756

Error: 28.8525 gl: 42

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Procloraz (químico)	0.00	8	1.90	A
Extracto Gobernadora	23.03	8	1.90	B
Trico Bio ( <i>T. harzianum</i> )	41.92	8	1.90	C
Fungi free ( <i>B. subtilis</i> )	61.63	8	1.90	D
Extracto Canela	74.87	8	1.90	E
Testigo ( <i>B. cinerea</i> )	90.00	8	1.90	F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

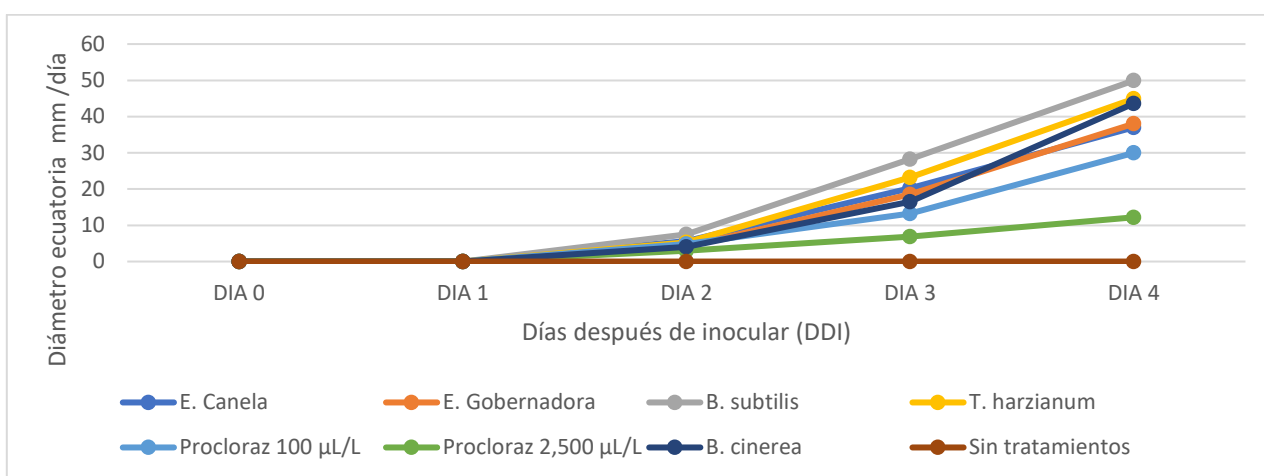


**Figura 29. Efecto de los productos biorracionales, biológicos y químicos en la inhibición del crecimiento radial de *B. cinerea* en simbra dual a los 7 DDI.**

(EG: Extracto de Gobernadora; EC: Extracto de Canela; Q: Químico – Procloraz; Th: *Trichoderma harzianum*; Bs: *Bacillus subtilis*; Bc: *Botrytis cinerea*)

### 7.3. PRUEBAS DE CONTROL DE *BOTRYTIS* CON PRODUCTOS COMERCIALES *IN VIVO*

Los productos biorracinales como el extracto de canela (BIOCANELA® de la empresa BioNutra) y el extracto de gobernadora (Vitaextrae® Gobernadora de la empresa PARVITRA) tuvieron un efecto positivo en el control de *Botrytis cinerea*, a los 4 DDI. Contrariamente a lo esperado, *Botrytis cinerea* en confrontación con los biológicos *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis* mostró un mayor crecimiento, similar al que se tuvo el patógeno en siembra única. Con respecto al producto químico, este mostró un efecto inhibitorio en el crecimiento del hongo, para las dos concentraciones usadas. Siendo más efectivo la concentración de 2,500  $\mu\text{L L}^{-1}$ .



**Figura 30. Efecto de los productos biorracinales, biológicos y químicos en el diámetro de lesión de *B. cinerea* en el primer pétalo de rosa inoculado *in vivo***

Los datos reportados (Figura 30) únicamente abarcan el diámetro ecuatorial del hongo en el primer pétalo del botón de rosa, el cual fue inoculado con el patógeno. Y basándonos en la escala usada para esta prueba de control *in vivo* estos resultados solo abarcan el 1% de daño provocado por la enfermedad.

Posteriormente, el patógeno avanza de nivel, pasando de crecer en un solo pétalo, a otros pétalos ya sean internos como externos, hasta abarcar en su totalidad el botón de rosa. Lo cual se cuantifico con ayuda de la escala descrita anteriormente.

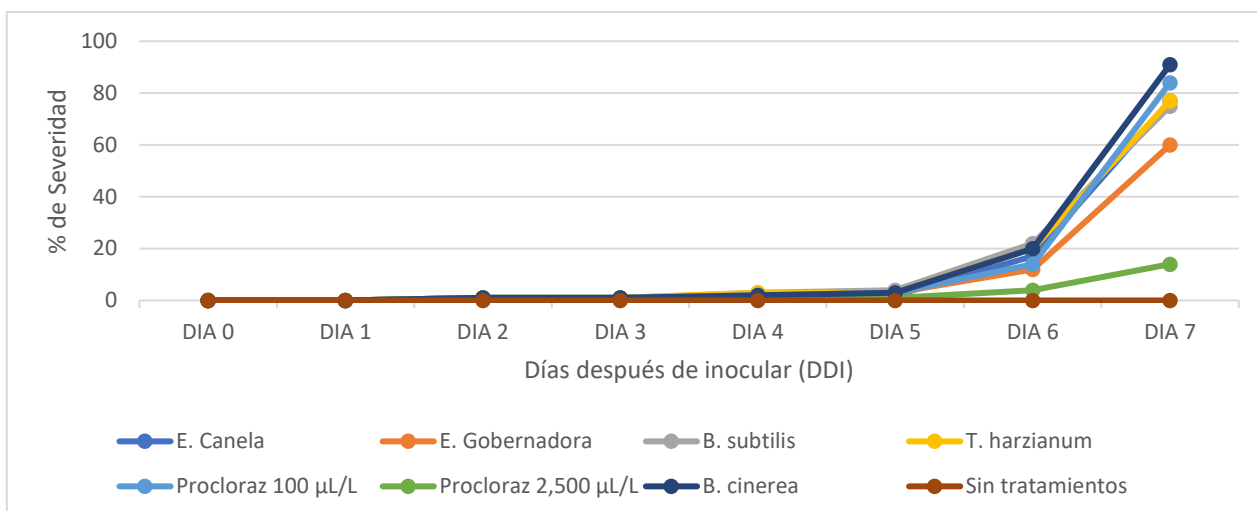
**Cuadro 9. Porcentaje de incidencia de *B. cinerea* en botones de rosa con diferentes productos biorracionales, biológicos y químicos**

Tratamiento	% Incidencia
Extracto de canela	100
Extracto de gobernadora	100
<i>Bacillus subtilis</i>	100
<i>Trichoderma harzianum</i>	100
Procloraz 100 $\mu\text{L L}^{-1}$	100
Procloraz 2,500 $\mu\text{L L}^{-1}$	80
Solo <i>botrytis cinerea</i>	100
Sin tratamiento y sin <i>Botrytis</i>	0

La incidencia nos dice que sin importar el grado de daño que haya tenido *Botrytis cinerea* en cada tratamiento, el hongo se presentó en todos los tratamientos evaluados, incluso en el químico, exceptuando el Doble Testigo, el cual no fue inoculado con los conidios de *Botrytis*, lo que nuevamente recalca cuán patógeno es *B. cinerea* para invadir a la planta huésped.

**Cuadro 10. Porcentaje de severidad de *B. cinerea* en botones de rosa con diferentes productos biorracionales, biológicos y químicos**

TRATAMIENTOS / DIA	DIA 0	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7
Extracto de canela	0	0	1	1	2	2	17	77
Extracto de gobernadora	0	0	1	1	2	3	12	60
<i>Bacillus subtilis</i>	0	0	1	1	3	4	22	75
<i>Trichoderma harzianum</i>	0	0	1	1	3	3	20	77
Procloraz 100 $\mu\text{L L}^{-1}$	0	0	1	1	2	3	14	84
Procloraz 2,500 $\mu\text{L L}^{-1}$	0	0	1	1	1	1	4	14
Solo <i>Botrytis cinerea</i>	0	0	1	1	2	3	20	91
Sin tratamiento y sin <i>Botrytis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0



**Figura 31. Efecto de los productos biorracionales, biológicos y químicos en el grado de daño de *B. cinerea* en botones de rosa *in vivo***

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Severidad	80	0.62	0.58	44.14

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8.02	7	1.15	16.59	<0.0001
Tratamiento	8.02	7	1.15	16.59	<0.0001
Error	4.98	72	0.07		
Total	13.00	79			

### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.36702

Error: 0.0691 gl: 72

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Sin tratamiento	0.00	10	0.08 A
Procloraz 2,500µL L <sup>-1</sup>	0.14	10	0.08 A
E. Gobernadora	0.60	10	0.08 B
<i>B. subtilis</i>	0.75	10	0.08 B
E. Canela	0.77	10	0.08 B
<i>T. harzianum</i>	0.77	10	0.08 B
Procloraz 100µL L <sup>-1</sup>	0.84	10	0.08 B
<i>B. cinerea</i>	0.91	10	0.08 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

El análisis de varianza demuestra que los tratamientos tienen un efecto significativo sobre la severidad del daño evaluado ( $p < 0.0001$ ).

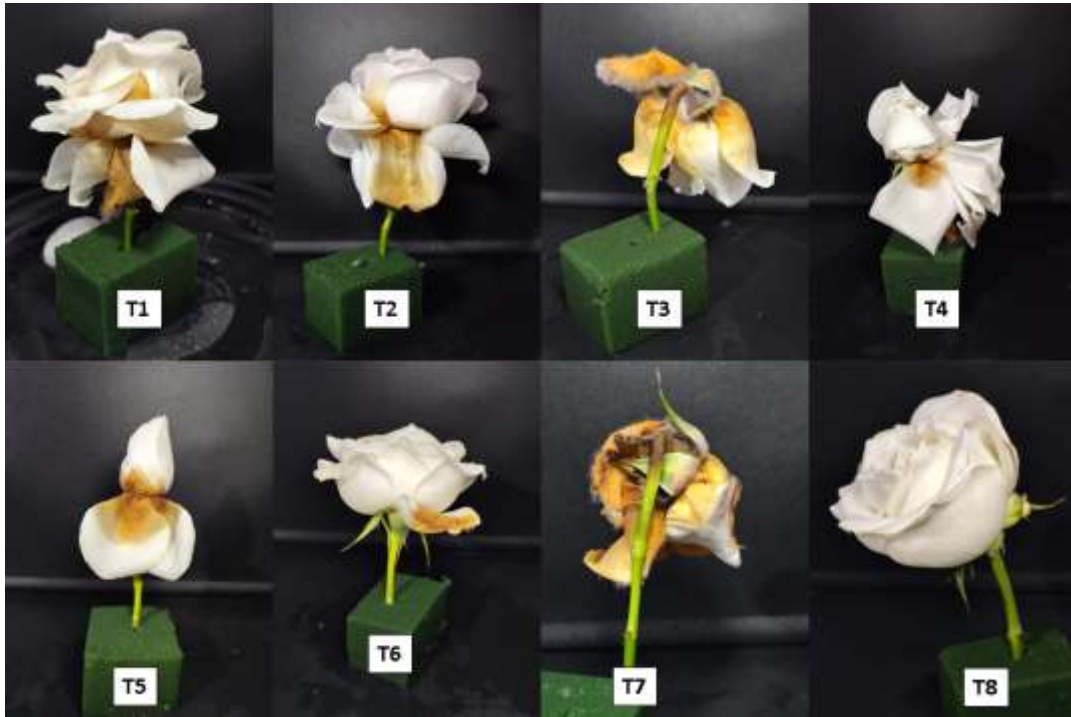
La comparación de medias de Tukey al 5% identificó que el tratamiento con menor severidad fue Procloraz  $2,500 \mu\text{L L}^{-1}$ , con una media del 14%. En contraste, los tratamientos con productos biológicos, biorracionales y el químico a baja concentración, mostraron valores significativamente mayores de severidad, agrupándose en el grupo B, lo que indica que su eficacia es menor y que no hay diferencia significativa entre ellos.

El testigo (*Botrytis* sin aplicación de producto) presentó la sintomatología habitual de la enfermedad: decoloración y pudrición de pétalos, sépalos y pedúnculo, cubiertos por una esporulación, dando la característica propia del tizón.

Los tratamientos con productos biológicos y biorracionales se vieron limitados en su capacidad de control, para lo que se sugiere en estudio futuros completar una segunda aplicación o refuerzo a los 4 días después de la inoculación del patógeno.

El Doble Testigo (sin aplicación de productos, ni inoculación con *Botrytis*) se estableció con intención de darle un seguimiento a la senescencia normal de los botones, evidenciando que a los 7 días después del inicio del experimento, las rosas se encontraban en buen estado, con botones suaves, blancos y con mayor apertura; tallos turgentes y un aroma agradable.

El tratamiento químico en su concentración más alta (Procloraz  $2,500 \mu\text{L L}^{-1}$ ), fue el que mejor logro retrasar el desarrollo del hongo, ya que su modo de acción inhibe la biosíntesis de esterol en las membranas (FRAC, 2024), controlando el desarrollo del tizón en los botones de rosa, destacando que siempre es importante que al hacer uso de los productos químicos se debe procurar usarlos a la concentración exacta y con una debida rotación de productos, según su modo de acción, para evitar la generación de resistencia en los organismos patógenos.



**Figura 32. Efecto de los tratamientos biorracionales, biológicos y químicos en el control de *B. cinerea* en botones de rosa *in vivo* a los 7 DDI.**

(T1: Extracto de Canela; T2: Extracto de Gobernadora; T3: *Bacillus subtilis*; T4: *Trichoderma harzianum*; T5: Q-Procloraz 100  $\mu\text{L L}^{-1}$ ; T6: Q-Procloraz 2,500  $\mu\text{L L}^{-1}$ ; T7: *Botrytis cinera*; T8: Sin ningún producto y sin *Botrytis*)

## 8. CONCLUSIÓN

Como conclusión general, el presente estudio demostró que *Botrytis cinerea* representa una amenaza significativa para la calidad de la rosa en postcosecha, debido a su rápido desarrollo bajo condiciones de humedad y temperaturas moderadas.

Las pruebas de patogenicidad evidencian que *Botrytis cinerea* aislado de rosas de corte presenta un alto potencial patogénico, al ser capaz de infectar los pétalos de rosa tanto en presencia como en ausencia de heridas y desarrollarse en un rango de temperatura favorable para su crecimiento de 19 a 21°C. Además de la capacidad del hongo para prosperar bajo condiciones de humedad relativa moderada (52 %) evidencia su alta adaptabilidad ambiental, lo que representa un riesgo significativo para la producción y manejo poscosecha del cultivo de rosa.

Los resultados *in vitro* confirmaron que el extracto de gobernadora (**Vitaextrae® Gobernadora**) posee un notable efecto antifúngico contra *B. cinerea*, superando al extracto de canela (**BIOCANELA®**) y posicionándose como una alternativa prometedora de origen vegetal. Asimismo, *Trichoderma harzianum* (**SPECTRUM® Trico-Bio**) mostró un adecuado potencial como agente de control biológico. En cuanto al fungicida químico Procloraz (**SPORTAK®**), se determinó que es posible reducir considerablemente la dosis recomendada sin perder eficacia.

En las evaluaciones *in vivo*, el extracto de gobernadora (**Vitaextrae® Gobernadora**) fue el único tratamiento alternativo capaz de reducir el crecimiento de *B. cinerea* de manera significativa; sin embargo, su eficacia fue inferior a la obtenida con el tratamiento químico Procloraz (**SPORTAK®**) aplicado a la dosis recomendada. Estos resultados indican que, aunque los productos biorracionales muestran potencial, su desempeño en condiciones reales aún es limitado frente al control químico convencional.

Estos resultados enfatizan la necesidad de continuar explorando alternativas sostenibles que permitan disminuir el uso de fungicidas sintéticos sin comprometer la calidad del producto comercial. Asimismo, el estudio proporciona una base sólida para futuras investigaciones orientadas a integrar estrategias de manejo biológico y biorracional que contribuyan a una floricultura más sustentable.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Abo-Elyousr, K. A. M. Adel, D.A., Almasoudi, N.M. (2021). Evaluation of the synergy between *Schwanniomyces vanriijiae* and propolis in the control of *Penicillium digitatum* on lemons. Egyptian Journal Biological Pest Control 31:66. <https://doi.org/10.1186/s41938-021-00415-4>
- Abrol, A., Beweja, H. (2019). Floriculture-world wide production, trade, consumption pattern, market oportunities and challenges. <https://www.researchgate.net/publication/332961861> Mar 2 23 min read [FLORICULTURE- WORLD WIDE PRODUCTION TRADE CONSUMPTION PATTERN MARKET OPPORTUNITIES AND CHALLENGES](#)
- Acosta-Ruales, M., Viera, W. F., Jackson, T., Vásquez-Castillo, W. (2020). Alternativas tecnológicas para el control de *Botrytis* sp. en mora de castilla (*Rubus glaucus*). Enfoque UTE, 11(2). DOI: <https://doi.org/10.29019/enfoque.v11n2.521>
- Ahmad, I., Joyce, D. C., & Faragher, J. D. (2011). Physical stem-end treatment effects on cut rose and acacia vase life and water relations. *Postharvest Biology and Technology*, 59(3), 258-264. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2010.11.001>
- Almasaudi, N.M., Adel, D.A., Elsayed, M.I., Abo-Elyousr, K. A. M. (2022). Essential oils of oregano and cinnamon as an alternative method for control of gray mold disease of table grapes caused by *Botrytis cinerea*. *J Plant Pathol* 104, 317–328. <https://doi.org/10.1007/s42161-021-01008-8>
- Álvarez Romero, P. I., Garcia Velasco, R., Mora Herrera, M. E., Salgado Siclan, M. L., Dominguez Serrano, D. (2018). Identificación y alternativas de manejo del mildiu veloso en rosal. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 9(8). DOI: <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i8.1715>
- Anónimo. (2016). Manual completo para cultivar rosas. PortalFruticola.com. <https://www.portalfruticola.com/noticias/2016/03/19/manual-completo-para-cultivar-rosas-incluye-pdf/>

- BBC NEWS MUNDO. (2016). Las impresionantes cifras del mercado de flores más grande del mundo. Consultado el 14 de Octubre del 2024. Disponible en: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-36905800>
- Benner, R. (2023). Rose Rust in the Landscape. Pennsylvania State University. <https://extension.psu.edu/rose-rust-in-the-landscape>
- Bergmann, B. A., Dole, J. M. (2020). Ethylene Exposure Exacerbates *Botrytis* Damage in Cut Roses. *Journal of Environmental Horticulture* 38(3): 80-90. DOI: 10.24266/0738-2898-38.3.8
- Bi, Kai., Liang, Yong., Mengiste, Tesfaye., Sharon, Amir. (2023). Killing softly: a roadmap of *Botrytis cinerea* pathogenicity. *Trends in Plant Science* 28 (2): 211-222. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2022.08.024>
- Bika, Ravi., Fulya Baysal-Gurel & Christina Jennings (2021) *Botrytis cinerea* management in ornamental production: a continuous battle. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 43:3, 345-365. DOI: [10.1080/07060661.2020.1807409](https://doi.org/10.1080/07060661.2020.1807409)
- Bu, S., Munir, S., He, P., Li, Y., Wu, Y., Li, X., Kong, B., He, P., He, Y. (2021). *Bacillus subtilis* L1-21 as a biocontrol agent for postharvest gray mold of tomato caused by *Botrytis cinerea*. *Biological Control*, 157. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2021.104568>
- Cherlinka, V. (2025). Mildiu Polvoriento: Prevención y Tratamiento Efectivos. EOS Data Analytics. Disponible en: <https://eos.com/es/blog/mildiu-polvoriento/>
- De la Cruz-Guzmán, G. H., Arévalo-Galarza, M. L., Peña-Valdivia, C. B., Lao-Arenas, M. T., Castillo-González, A. M., Colinas-León, M. T., & Mandujano-Piña, M. (2018). Efecto del manejo seco y húmedo en la calidad postcosecha de tres cultivares de *Rosa hybrida*. *Agrociencia*, 52(8), 1137–1148. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-31952018000801137&lang=es](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952018000801137&lang=es)
- Dinler, H. & Benlioğlu, S. (2019). The possibility to control diseases caused by *Colletotrichum* species in strawberries. *International Journal of Agriculture, Forestry*

- and Life Sciences. 3(2): 362 – 370. Disponible en: <https://dergipark.org.tr/en/pub/ijafls/article/645663>
- Elad Y, Shtienberg D. (1995). *Botrytis cinerea* in greenhouse vegetables: Chemical, cultural, physiological and biological controls and their integration. *Integrated Pest Manag Rev* 1:15-29 DOI:10.1007/BF00140331
- Ferrera, R. (Ed.), Delgadillo, J. Alvarado, J., Alarcón, A., Pérez, J., Amaras, J. J. (2020). *Microbiología aplicada a la agricultura y agroecosistemas principios y técnicas para su investigación*. Colegio de Postgraduados.
- FMC. (2017). FUNGIFREE® AB. Disponible en: <https://fmcagroquimica.com.mx/producto/fungifree-ab/>
- FMC. (2017). Sportak® 45 CE. Disponible en: <https://fmcagroquimica.com.mx/producto/sportak-45-ce/>
- FRAC (Fungicide Resistance Action Committee). (2024). FRAC Code List 2024: Fungal control agents sorted by cross-resistance pattern and mode of action (including coding for FRAC Groups on products labels). Disponible en: <https://www.frac.info/media/kufnaceb/frac-code-list-2024.pdf>
- Giraldo, D., Saldarriaga, C., García, H., López, M. González, A. (2024). Genotypic and phenotypic characterization of resistance to fenhexamid, carboxin, and, prochloraz, in *Botrytis cinerea* isolates collected from cut roses in Colombia. *Frontiers in Microbiology*, 15. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2024.1378597>
- Gómez Mena, C. (2020). Días de la Madre y del Amor, fechas de mayor venta en México. *La Jornada*. <https://www.jornada.com.mx/2020/02/13/sociedad/034n2soc>
- Gómora Rasso, J., Mejía Carranza, J., Alvarado Navarro, R., Ramírez Gerardo, M. (2022). Desempeño estacional del rosal en la generación de brotes basales con reguladores de crecimiento. *Revista de Fitotecnia. Mex.* 45 (3): 359-367.
- Gull, K., Trinci, P. J. (1971). Fine structure of spore germination in *Botrytis cinerea*. *Journal of General Microbiology*. 68, 207-220.

- Ha, S.T. T, Choi, B., In, B.C. (2021). Nature and Regulation of *Botrytis cinerea* in *Rosa hybrida*. Flower Research Journal. 29 (3): 129-137. <https://doi.org/10.11623/frj.2021.29.3.02>
- Hazendonk, A., M. ten Hoop, and T. van der Wurff. (1995). Method to test rose cultivars on their susceptibility to *Botrytis cinerea* during the post-harvest stage. Acta Hort. 405: 39–45.
- Herbario Virtual. (s/f). Cátedra de Fitopatología: Tizón de la de la flor del Rosal. Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires. Disponible en: [https://herbariofitopatologia.agro.uba.ar/?page\\_id=3262](https://herbariofitopatologia.agro.uba.ar/?page_id=3262)
- Hernández Melchor, D. J., Ferrera Cerrato, R., Alarcón, A. (2019). *Trichoderma*: Importancia agrícola, biotecnológica, y sistemas de fermentación para producir biomasa y enzimas de interés industrial. Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences. 35 (1).
- Hydro Environment. (2024). Insecticida, Fungicida y Acaricida Orgánico Bio-Canela® Disponible en: <https://hydroenv.com.mx/producto/999-bio-canela-fungicida-acaricida-e-insecticida-1-litro/>
- Kagezi, G.; Kucel, P.; Olal, S.; Pinard, F.; Seruyange, J.; Musoli, P. and Kangire, A. 2015. *In vitro* inhibitory effect of selected fungicides on mycelial growth of ambrosia fungus associated with the black coffee twig borer, *Xylosandrus compactus* Eichhoff (Coleoptera: *Curculionidae*) in Uganda. African J. Agric. Res. 10(23):2322-2328
- Larios-Palacios, O. E., López-Vázquez, E. Y., Rodríguez, A. C., Ruíz-Espinoza, F. J., Solano-Vidal, R., Serrato-Cruz, M. A. (2020). Evaluación *in vitro* de métodos contra *Botrytis cinerea*. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 11(3). <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i3.2077>
- Li, F., Ghanizadeh, H., Song, W., Miao, S., Wang, H., Chen, X., Liu, J., Wang, A. (2023). Combined use of *Trichoderma harzianum* and *Clonostachys rosea* to

- manage *Botrytis cinerea* infection in tomato plants. *Eur J Plant Pathol.* 167, 637–650. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10658-023-02732-w>
- Llanos, A. & Apaza, W. (2018). Antifungal activity of five chemical and two biological fungicides for the management of *Botrytis cinerea*, causal agent of Gray Mold in Strawberry. *Peruvian Journal of Agronomy* 2 (1): 1- 8. DOI: <http://dx.doi.org/10.21704/pja.v2i1.1126>
- Lombana-Peña, W. A., Pedraza-Contreras, E., Ordoñez-Córdoba, R., Nova-Manosalva, O. A., Salamanca-Bernal, J. A. (2023). Statistical model based on climatological variables for the prediction of pest and disease incidence in rose (*Rosa* spp.) crops. *Agronomía Colombiana* 41 (1): 1-9. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v41n1.103408>
- Meir, S., S. Droby, H. Davidson, S. Alsevia, L. Cohen, B. Horev, and S. Philosoph-Hadas. (1998). Suppression of *Botrytis* rot in cut rose flowers by postharvest application of methyl jasmonate. *Postharvest Biol. Technol.* 13(3): 235–243.
- Moorman, G. W. (2023). *Rose Diseases Outdoors*. Pennsylvania State University. Disponible en: <https://extension.psu.edu/rose-diseases-outdoors>
- Mosqueda-Lazcares, G., Arévalo-Galarza, M. de L., Valdovinos-Ponce, G., Rodríguez-Pérez, J. E., & Colinas-León, M. T. (2011). Época de corte y manejo poscosecha de ocho cultivares de rosa de corte. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2 (No. spe3). [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342011000900015&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342011000900015&script=sci_arttext)
- Muñoz, M., Behnke, L. E., Puentes, W. C., Schnabel, G., Fausto, J. E. (2025). Postharvest calcium chloride dips. An effective strategy to reduce *Botrytis* blight severity and increase petal strength in cut roses. *Postharvest Biology and Technology*, 219. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2024.113292>.
- NCBI (National Center for Biotechnology Information). (2015). Taxonomy. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/datasets/taxonomy/40559/>

- NCPN (Nacional Clean Plant Network). 2020. Agalla de la Corona en Rosa. Disponible en: <https://my.ucanr.edu/sites/ncpnrose/files/326446.pdf>
- Organización Mundial de la Salud y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2015). Código internacional de conducta para la gestión de plaguicidas. [http://www.protec.org.pe/wp\\_content/uploads/codigo-internacional-de-conducta-para-la-gestion-de-plaguicidas-FAO.pdf](http://www.protec.org.pe/wp_content/uploads/codigo-internacional-de-conducta-para-la-gestion-de-plaguicidas-FAO.pdf)
- Ornamentals Syngenta. (2025). *Botrytis* Life Cycle. Ornamentals Syngenta United Kingdom. <https://www.syngentaornamentals.co.uk/botrytis-life-cycle>
- PARVITRA. (2020). VITAEXTRAE® GOBERNADORA. Disponible en: <https://parvitra.com/detalle/vitaextrae-gobernadora>
- PLM. (s/f). *Bacillus* sp. Disponible en: <https://www.agroquimicos-organicosplm.com/busqueda?texto=bacillus>
- PTI (Promotora Técnica Industrial) Grupo Ultraquimia. (s/f). SPECTRUM® Trico-Bio. Disponible en: <https://www.ptigrupoultraquimia.com/productos/spectrum-trico-bio>
- Ramírez Hernández, J.J., Avitia Rodríguez, J. A. (2017). Floricultura mexicana en el siglo XXI: su desempeño en los mercados internacionales. Revista de economía, vol.34, no. 88. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2395-87152017000100099](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2395-87152017000100099)
- Ramos, C. S., Rozo, M. C., Cajiao; A. M., García, R. O., Montañez, G. (2025). Actividad antagónica *in vitro* de cepas nativas de *Trichoderma* contra *Botrytis* sp. Revistas Científicas Indexadas BISTUA, 23(1). DOI: <https://doi.org/10.24054/bistua.v23i1.3660>
- Roca-Couso, R., Flores-Félix, J. D., Rivas, R. (2021). Mechanisms of Action of Microbial Biocontrol Agents against *Botrytis cinerea*. Journal of Fungi, 7, 1045. DOI: <https://doi.org/10.3390/jof7121045>
- Salachna, P. (2022). Trends in Ornamental Plant Production. Horticulturae, 8 (413). DOI: <https://doi.org/10.3390/horticulturae8050413>

- Salazar-Ochoa, J. M., Ruíz-Tadeo, A. C., Farias-Mendoza, N. (2017). Sistema de Información para la Trazabilidad de Plantas Ornamentales basado en Estándares y Normativas. *Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica*, 28, 1-21.
- SADER (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural). (2022). Las flores están en el campo, en las miradas, en las palabras. Disponible en: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/las-flores-estan-en-el-campo-en-las-miradas-en-las-palabras>
- SE (Secretaría de Economía). (2018). *Sistema de información arancelaria*. Consultado el 09 de octubre, 2018, desde <http://www.economia-snci.gob.mx/>
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). (2023). Panorama Agroalimentario 2024 - Rosa. Disponible en: <https://panorama.siap.gob.mx/vista/productos.php>
- Snowdon, A. L. (1990). Pome fruits. In A. L. Snowdon (Ed.), *A colour atlas of post-harvest diseases and disorders of fruits and vegetables, General introduction and fruits* (Vol. 1, pp. 170–218). London: Wolfe Scientific Ltd.
- Swart, S.H., Serfontein, J.J., Swart, G. and Labuschagne, C. (2009). Chemical control of post-harvest diseases of mango: The effect of fludioxonil and prochloraz on soft brown rot, stem-end rot and anthracnose. *Acta Horticulturae*. 820, 503-510. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.820.64>
- Velázquez Torres, A. L., Callejas Juárez, N., Martínez Castañeda, F. E. (2023). Análisis de competitividad del sistema de rosa para corte (*Rosa* sp) en el entorno mexiquense. *Terra Latinoamericana*. Vol. 40. Disponible en: <https://doi.org/10.28940/terra.v40i0.948>
- Verdezoto Vargas, V. H., Almaro Mayorga, G. I., Ramos Mosquera, I. E., Jines Carrasco, A. P., Rivera, D. (2018). Las sustancias húmicas como sustituto de la materia orgánica en cultivo de rosas (*Rosa* spp.). *Revista Científica de Investigación actualización del mundo de las Ciencias*. 2 (2). Pp. 421-436.

- Villareal Delgado, M. F., Villa Rodriguez, E. D., Cira Chavez, L. A. Estrada Alvarado, M. I., Parra Cota, F. I., Santos Villalobos, S. (2018). El género *Bacillus* como agente de control biológico y sus implicaciones en la bioseguridad agrícola. *Revista Mexicana de Fitopatología*. 36 (1).
- Wenneker, M. & Thomma, B. P. H. J. (2020). Latent postharvest pathogens of pome fruit and their management: from single measures to a systems intervention approach. *European Journal of Plant Pathology*, 156:663–681. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10658-020-01935-9>
- Youssef K, Roberto SR, de Oliveira AG (2019) Alteraciones ultraestructurales en *Botrytis cinerea*. El agente causal del moho gris tratado con soluciones salinas. *Biomolecules* 9(10): 582. <https://doi.org/10.3390/biom9100582>
- Zhang, C., Li, T., Xiao, L., Zhou, S., and Liu, X. (2020). Characterization of tebuconazole resistance in *Botrytis cinerea* from tomato plants in China. *Phytopathol. Research*. 2:10. DOI: <https://doi.org/10.1186/s42483-020-00064-9>
- Zhang, R. Zhang, Y., Xu, Q., Li, J., Zhu, F. (2019). Hormetic Effects of Mixtures of Dimethachlone and Prochloraz on *Sclerotinia sclerotiorum*. *Plant Disease*, 103: 546 – 554. DOI: <https://doi.org/10.1094/PDIS-06-18-1071-RE>
- Zhong, Mi-Cai., Jiang, Xiao-Dong., Yang, Guo-Qian., Cui, Wei-Hua., Suo, Zhi-Quan., Wang, Wei-Jia., Sun, Yi-Bo., Dan Wang, Xin-Chao Cheng, Xu-Ming Li, Xue Dong, Kai-Xue Tang, De-Zhu Li, Jin-Yong Hu. (2021). Rose without prickle: genomic insights linked to moisture adaptation. *National Science Review* 8. DOI: <https://doi.org/10.1093/nsr/nwab092>