



**Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión**  
**Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental**  
**Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica**

**Comparación entre *Bacillus subtilis* y fungicidas químicos en el control  
de *Botrytis cinerea* en fresa (*Fragaria* × *ananassa*) en Huaura**

**Tesis**

**Para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo**

**Autores**

**Aldair Rivaldo Huacanca Bolivar**

**Hugo Blanco Justo**

**Asesor**

**Dr. Roberto Hugo Tirado Malaver**



**Huacho – Perú**

**2026**



**Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales**

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Reconocimiento:** Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



# UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

## LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental

Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica

## METADATOS

| DATOS DEL AUTOR (ES):                                                    |          |                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| NOMBRES Y APELLIDOS                                                      | DNI      | FECHA DE SUSTENTACIÓN                                                                     |
| Aldair Rivaldo Huacanca Bolivar                                          | 75202860 | 03/07/2026                                                                                |
| Hugo Blanco Justo                                                        | 75413432 | 03/07/2026                                                                                |
| DATOS DEL ASESOR:                                                        |          |                                                                                           |
| NOMBRES Y APELLIDOS                                                      | DNI      | CÓDIGO ORCID                                                                              |
| Dr. Roberto Hugo Tirado Malaver                                          | 44565193 | <a href="https://orcid.org/0000-0001-7064-3501">https://orcid.org/0000-0001-7064-3501</a> |
| DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO: |          |                                                                                           |
| NOMBRES Y APELLIDOS                                                      | DNI      | CODIGO ORCID                                                                              |
| Dr. Edison Goethe Palomares Anselmo                                      | 15605363 | <a href="https://orcid.org/0000-0001-9790-9832">https://orcid.org/0000-0001-9790-9832</a> |
| Dr. Angel Pedro Campos Julca                                             | 15733670 | <a href="https://orcid.org/0000-0002-1418-6104">https://orcid.org/0000-0002-1418-6104</a> |
| Mg. Elvia Elizabeth Azabache Cubas                                       | 16785502 | <a href="https://orcid.org/0000-0002-0027-4349">https://orcid.org/0000-0002-0027-4349</a> |

**034648 Hugo Blanco Justo 033744 Aldair Rivaldo H...**

## Comparación entre *Bacillus subtilis* y fungicidas químicos en el control de *Botrytis cinerea* en fresa (*Fragaria* × *ananassa*) en ...



UI-FIAIAYA PREGRADO 2026



Unidad de Investigación FIAIAYA-2026



Facultad de Ingeniería Agrarias, Industrias Alimentarias y Ambiental

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::1:3556181914

Fecha de entrega

30 abr 2026, 12:16 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

30 abr 2026, 12:21 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

TESIS.pdf

Tamaño del archivo

2.0 MB

85 páginas

18.484 palabras

90.154 caracteres



Página 1 de 90 - Portada

Identificador de la entrega trn:oid::1:3556181914

## 20% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

### Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

### Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

### Fuentes principales

- 20%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 8%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

### Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

## **DEDICATORIA**

A mi madre Hilda Reyna Bolivar Morales, por el gran apoyo incondicional, el cual ha sido mi mayor motivación para seguir creciendo profesionalmente.

A mi padre Juan Carlos Huacanca Huaroma por haber sido mi soporte en todo momento para yo poder seguir cumpliendo mis metas profesionales.

A mi hermana Sadhid Duvali Huacanca Bolivar por su apoyo moral y por acompañarme en cada paso que doy como persona y profesional y ser mi fuente de inspiración.

***Aldair Huacanca Bolivar***

A mis padres, por su sacrificio, dedicación y apoyo constante que han sido el motor que ha impulsado cada paso de mi carrera, por creer en mí, por apoyarme en cada decisión, han hecho posible mi crecimiento profesional estando presentes en cada paso que doy, a mi hermana, por su cariño y apoyo incondicional.

***Hugo Blanco Justo***

## **AGRADECIMIENTO**

- Agradezco a Dios, por darme vida y salud para yo seguir cumpliendo mis metas profesionales.
- Asimismo, agradezco a todas las personas que nos apoyaron para poder llevar a cabo este proyecto de investigación.
- También agradecer al Ph. D. Roberto Hugo Tirado Malaver por su gran apoyo durante toda esta etapa de investigación.

***Aldair Huacanca Bolivar***

- A Dios, por brindarme salud y la perseverancia necesaria para culminar esta etapa tan importante.
- A mis padres, por enseñarme con su ejemplo el valor del esfuerzo, la honestidad y la dedicación.
- A mi asesor por su guía a lo largo de todo este proceso y a mis compañeros, quienes aportaron con sus conocimientos y experiencias contribuyendo a mi crecimiento académico y personal.

***Hugo Justo Blanco***

## ÍNDICE

|                                                                          |     |
|--------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>RESUMEN</b> .....                                                     | xiv |
| <b>ABSTRACT</b> .....                                                    | xv  |
| <b>INTRODUCCIÓN</b> .....                                                | xvi |
| <b>CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....                      | 1   |
| 1.1 Descripción de la realidad problemática .....                        | 1   |
| 1.2 Formulación del problema .....                                       | 2   |
| 1.2.1 Problema general.....                                              | 2   |
| 1.2.2 Problemas específicos .....                                        | 2   |
| 1.3 Objetivos de la Investigación .....                                  | 2   |
| 1.3.1 Objetivo general .....                                             | 2   |
| 1.3.2 Objetivos específicos .....                                        | 2   |
| 1.4 Justificación de la Investigación.....                               | 3   |
| 1.5 Delimitación del estudio .....                                       | 3   |
| <b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</b> .....                                  | 4   |
| 2.1 Antecedentes de la Investigación .....                               | 4   |
| 2.1.1 Antecedentes Internacionales .....                                 | 4   |
| 2.1.2 Antecedentes Nacionales.....                                       | 5   |
| <b>2.2 Bases teóricas</b> .....                                          | 7   |
| <b>Descripción Botánica del manzano</b> .....                            | 8   |
| <b>Requerimiento de clima</b> .....                                      | 10  |
| <b>Requerimiento de suelo</b> .....                                      | 10  |
| <b>Ciclo de vida del moho gris (<i>Botrytis cinerea</i> Duch.)</b> ..... | 12  |
| <b>Síntomas del moho gris (<i>Botrytis cinerea</i> Duch.)</b> .....      | 13  |
| <b>2.3 Definición de términos básicos</b> .....                          | 15  |
| 2.4 Hipótesis de investigación .....                                     | 16  |
| 2.4.1 Hipótesis General .....                                            | 16  |
| 2.4.2 Hipótesis Específicas .....                                        | 16  |
| 2.4 Operacionalización de las variables .....                            | 17  |
| <b>CAPÍTULO III. METODOLOGIA</b> .....                                   | 18  |
| <b>3.1 Diseño metodológico</b> .....                                     | 18  |
| <b>3.1.1 Ubicación</b> .....                                             | 18  |

|                                                                   |           |
|-------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>3.2 Población y muestra .....</b>                              | <b>20</b> |
| <b>3.2.1 Población.....</b>                                       | <b>20</b> |
| <b>3.2.2 Muestra .....</b>                                        | <b>20</b> |
| <b>3.3 Técnicas para la recolección de datos .....</b>            | <b>20</b> |
| <b>3.3.1 Descripción de los instrumentos .....</b>                | <b>21</b> |
| <b>3.3.2 Tratamientos .....</b>                                   | <b>21</b> |
| <b>3.3.3 Diseño estadístico .....</b>                             | <b>22</b> |
| <b>3.3.4 Variables a evaluar .....</b>                            | <b>22</b> |
| <b>3.3.5 Conducción del experimento.....</b>                      | <b>24</b> |
| <b>3.4 Técnicas para el procesamiento de la información .....</b> | <b>24</b> |
| <b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS .....</b>                              | <b>25</b> |
| <b>CAPÍTULO V. DISCUSION.....</b>                                 | <b>50</b> |
| <b>CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>          | <b>53</b> |
| <b>CAPITULO VII. REFERENCIAS .....</b>                            | <b>55</b> |
| <b>Anexos.....</b>                                                | <b>59</b> |

## Índice de Tablas

|                                                                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Operacionalización de las variables                                                                                | 17 |
| Tabla 1. Operacionalización de las variables                                                                                | 17 |
| Tabla 2. Descripción de los tratamientos en estudio                                                                         | 21 |
| Tabla 3. Prueba de análisis de varianza                                                                                     | 22 |
| Tabla 4. Escala de severidad de moho gris                                                                                   | 23 |
| Tabla 5. Prueba de normalidad para los residuos de la incidencia de <i>Botrytis cinerea</i> en fruto antes de la aplicación | 25 |
| Tabla 6. Análisis de la varianza para la incidencia en fruto antes de la aplicación                                         | 26 |
| Tabla 7. Prueba de Tukey al 5% para la comparación de los tratamientos de la incidencia en fruto antes de la aplicación     | 26 |
| Tabla 8. Prueba de normalidad para los residuos de la incidencia de <i>Botrytis cinerea</i> en fruto a los 5 dda            | 27 |
| Tabla 9. Análisis de la varianza para la incidencia en fruto a los 5 dda (%)                                                | 28 |
| Tabla 10. Prueba de Tukey al 5% para la comparación de la incidencia en fruto a los 5 dda (%)                               | 28 |
| Tabla 11. Prueba de normalidad para los residuos de la incidencia de <i>Botrytis cinerea</i> en fruto a los 10 dda          | 29 |
| Tabla 12. Análisis de la varianza para la incidencia en fruto a los 10 dda (%)                                              | 30 |
| Tabla 13. Prueba de Tukey al 5% para la comparación de la incidencia en fruto a los 10 dda (%)                              | 30 |
| Tabla 14. Prueba de normalidad para los residuos de la incidencia de <i>Botrytis cinerea</i> en fruto a los 15 dda          | 31 |
| Tabla 15. Análisis de la varianza para la incidencia en fruto a los 15 dda (%)                                              | 32 |
| Tabla 16. Prueba de Tukey al 5% para la comparación de la incidencia en fruto a los 15 dda (%)                              | 32 |
| Tabla 17. Prueba de normalidad para los residuos de la severidad de <i>Botrytis cinerea</i> en fruto antes de la aplicación | 34 |
| Tabla 18. Análisis de la varianza para la severidad en fruto antes de la aplicación                                         | 35 |
| Tabla 19. Prueba de Tukey al 5% para la comparación de los tratamientos de la severidad en fruto antes de la aplicación     | 35 |

|                                                                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 20. Prueba de normalidad para los residuos de la severidad de <i>Botrytis cinerea</i> en fruto a los 5 dda              | 36 |
| Tabla 21. Análisis de la varianza para la severidad en fruto a los 5 dda (%)                                                  | 37 |
| Tabla 22. Prueba de Tukey al 5% para la comparación de severidad en fruto a los 5 dda (%)                                     | 37 |
| Tabla 23. Prueba de normalidad para los residuos de la severidad de <i>Botrytis cinerea</i> en fruto a los 10 dda             | 38 |
| Tabla 24. Análisis de la varianza para la severidad en fruto a los 10 dda (%)                                                 | 39 |
| Tabla 25. Prueba de Tukey al 5% para la comparación de severidad en fruto a los 10 dda (%)                                    | 39 |
| Tabla 26. Prueba de normalidad para los residuos de la severidad de <i>Botrytis cinerea</i> en fruto a los 10 dda             | 40 |
| Tabla 27. Análisis de la varianza para la severidad en fruto a los 10 dda (%)                                                 | 41 |
| Tabla 28. Prueba de Tukey al 5% para la comparación de severidad en fruto a los 10 dda (%)                                    | 41 |
| Tabla 29. Prueba de normalidad para los residuos de la severidad de <i>Botrytis cinerea</i> en fruto a los 15 dda             | 42 |
| Tabla 30. Análisis de la varianza para la severidad en fruto a los 15 dda (%)                                                 | 43 |
| Tabla 31. Prueba de Tukey al 5% para la comparación de severidad en fruto a los 15 dda (%)                                    | 43 |
| Tabla 32. Prueba de normalidad para los residuos de la eficiencia de control de <i>Botrytis cinerea</i> en fruto a los 5 dda  | 45 |
| Tabla 33. Análisis de la varianza para la eficiencia de control a los 5 dda (%)                                               | 46 |
| Tabla 34. Prueba de Tukey al 5% para la comparación de eficiencia de control a los 5 dda (%)                                  | 46 |
| Tabla 35. Prueba de normalidad para los residuos de la eficiencia de control de <i>Botrytis cinerea</i> en fruto a los 10 dda | 47 |
| Tabla 36. Análisis de la varianza para la eficiencia de control a los 10 dda (%)                                              | 48 |
| Tabla 37. Prueba de Tukey al 5% para la comparación de eficiencia de control a los 10 dda (%)                                 | 48 |
| Tabla 38. Prueba de normalidad para los residuos de la eficiencia de control de <i>Botrytis cinerea</i> en fruto a los 15 dda | 49 |
| Tabla 39. Análisis de la varianza para la eficiencia de control a los 15 dda (%)                                              | 50 |

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 40. Prueba de Tukey al 5% para la comparación de eficiencia de control a los 15 dda (%) | 50 |
| Tabla 41. Datos de incidencia antes de la aplicación                                          | 62 |
| Tabla 42. Datos de incidencia a los 5 dda                                                     | 63 |
| Tabla 43. Datos de incidencia a los 10 dda                                                    | 64 |
| Tabla 44. Datos de incidencia a los 15 dda                                                    | 65 |
| Tabla 45. Datos de severidad antes de la aplicación                                           | 66 |
| Tabla 46. Datos de severidad a los 5 dda                                                      | 67 |
| Tabla 47. Datos de severidad a los 10 dda                                                     | 67 |
| Tabla 48. Datos de severidad a los 15 dda                                                     | 68 |

## Índice de Figuras

|                                                                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Morfología de la fresa. Fuente: Toledo (2003)                                                                                                               | 9  |
| Figura 2. Ciclo de la enfermedad del moho gris ( <i>Botrytis cinerea</i> ). Fuente:<br>Orozco-Mosqueda et al. (2023)                                                  | 12 |
| Figura 3. Síntomas del moho gris. (a) Infección de una inflorescencia. (b) Infección<br>del fruto. (c) Infecciones secundarias del fruto. Fuente: Weber et al. (2023) | 13 |
| Figura 4. Síntomas del moho gris en flor. Fuente de Koike & Bolda (2016)                                                                                              | 13 |
| Figura 5. Ubicación espacial del experimento. Fuente: Google Earth                                                                                                    | 18 |
| Figura 6. Croquis experimental                                                                                                                                        | 19 |
| Figura 7. Escala de severidad de moho gris. Fuente de Collaguazo (2021)                                                                                               | 23 |
| Figura 8. Gráfico de la normalidad para los residuos de la incidencia de <i>Botrytis<br/>cinerea</i> en fruto antes de la aplicación                                  | 25 |
| Figura 9. Gráfico de la normalidad para los residuos de la incidencia de <i>Botrytis<br/>cinerea</i> en fruto a los 5 dda                                             | 27 |
| Figura 10. Gráfico de la normalidad para los residuos de la incidencia de <i>Botrytis<br/>cinerea</i> en fruto a los 10 dda                                           | 29 |
| Figura 11. Gráfico de la normalidad para los residuos de la incidencia de <i>Botrytis<br/>cinerea</i> en fruto a los 15 dda                                           | 31 |
| Figura 12. Porcentaje de incidencia de la enfermedad de <i>Botrytis cinerea</i> en fresa                                                                              | 33 |
| Figura 13. Gráfico de la normalidad para los residuos de la severidad de <i>Botrytis<br/>cinerea</i> en fruto antes de la aplicación                                  | 34 |
| Figura 14. Gráfico de la normalidad para los residuos de la severidad de <i>Botrytis<br/>cinerea</i> en fruto a los 5 dda                                             | 36 |
| Figura 15. Gráfico de la normalidad para los residuos de la severidad de <i>Botrytis<br/>cinerea</i> en fruto a los 10 dda                                            | 38 |
| Figura 16. Gráfico de la normalidad para los residuos de la severidad de <i>Botrytis<br/>cinerea</i> en fruto a los 10 dda                                            | 40 |
| Figura 17. Gráfico de la normalidad para los residuos de la severidad de <i>Botrytis<br/>cinerea</i> en fruto a los 15 dda                                            | 42 |
| Figura 18. Porcentaje de severidad de la enfermedad de <i>Botrytis cinerea</i> en fresa                                                                               | 44 |
| Figura 19. Gráfico de la normalidad para los residuos de la eficiencia de control<br>de <i>Botrytis cinerea</i> en fruto a los 5 dda                                  | 45 |

|                                                                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 20. Gráfico de la normalidad para los residuos de la eficiencia de control de<br><i>Botrytis cinerea</i> en fruto a los 10 dda | 47 |
| Figura 21. Gráfico de la normalidad para los residuos de la eficiencia de control de<br><i>Botrytis cinerea</i> en fruto a los 15 dda | 49 |
| Figura 22. Porcentaje de eficiencia de control de la enfermedad de <i>Botrytis</i><br><i>cinerea</i> en fresa                         | 51 |
| Figura 23. Panel fotográfico                                                                                                          | 69 |

## RESUMEN

**Objetivo:** Determinar el efecto comparativo entre *Bacillus subtilis* y fungicidas químicos en el control de *Botrytis cinerea* en fresa (*Fragaria × ananassa*) en Huaura. **Metodología:** La investigación se desarrolló en Huaura, entre los meses de julio a octubre del 2025. Se aplicó el diseño de bloques completo al azar con tres repeticiones. Los tratamientos fueron: testigo (T1), Sulfato de cobre pentahidratado (T2), Pyrimethanil (T3), Boscalid + azoxystrobin (T4) y Captan + Tebuconazolea (T5) y *Bacillus subtilis* a dosis de 400 g ha<sup>-1</sup> (T6). Se evaluaron: incidencia, severidad y eficiencia. La comparación de medias se usó la prueba de Tukey al 5%. **Resultados:** demostraron que a los 5 y 10 días después de la aplicación (dda) comienzan a mostrar diferencias significativas entre los fungicidas, reportando que T5 y T4 obtuvieron menor incidencia de la enfermedad, mientras que a los 15 dda, el T6 logró alcanzar la menor incidencia de la enfermedad, estadísticamente similar a los T5 y T4. Con respecto a la severidad de la enfermedad *B. cinerea* en frutos de fresa el T4 y T5 produce un efecto significativo en la severidad, que a los 5 y 10 dda de los tratamientos redujeron significativamente la severidad de la enfermedad, mientras que T6 va aumentando a medida que pasa el tiempo, a los 15 dda el T6 obtuvo una mayor reducción de la severidad estadísticamente similar a los fungicidas con T4 y T5. Por último, el porcentaje de eficiencia de control de *B. cinerea* en frutos demostraron que a los 5 y 10 dda el T4 y T5 obtuvieron mayor eficiencia de control de la enfermedad y a los 15 dda el T6 logró alcanzar mayor eficiencia de control de la enfermedad *B. cinerea* en frutos de fresa, estadísticamente similar a T4 y T5. **Conclusión:** La aplicación de *B. subtilis* a dosis de 400 g ha<sup>-1</sup> logró producir un efecto significativo similar a los fungicidas químicos con ingredientes activos combinados en el control de la enfermedad de *B. cinerea* en frutos de fresa a los 5, 10 y 15 dda.

**Palabras clave:** eficiencia, enfermedad, fungicidas químicos, tratamientos.

## ABSTRACT

**Objective:** To determine the comparative effect between *Bacillus subtilis* and chemical fungicides in the control of *Botrytis cinerea* in strawberry (*Fragaria × ananassa*) in Huaura. **Methodology:** The research was carried out in Huaura, between the months of July to October 2025. The randomized complete block design was applied with three replications. The treatments were: control (T1), Copper sulfate pentahydrate (T2), Pyrimethanil (T3), Boscalid + azoxystrobin (T4) and Captan + Tebuconazole (T5) and *Bacillus subtilis* at doses of 400 g ha<sup>-1</sup> (T6). The following were evaluated: incidence, severity and efficiency. The comparison of means was used the Tukey test at 5%. **Results:** They showed that at 5 and 10 days after application (daa) they begin to show significant differences between the fungicides, reporting that T5 and T4 obtained a lower incidence of the disease, while at 15 daa, T6 managed to achieve the lowest incidence of the disease, statistically similar to T5 and T4. With respect to the severity of the *B. cinerea* disease in strawberry fruits, T4 and T5 produce a significant effect on the severity, which at 5 and 10 daa of the treatments significantly reduced the severity of the disease, while T6 increases as time goes by, at 15 daa T6 obtained a greater reduction in severity statistically similar to fungicides with T4 and T5. Finally, the percentage of *B.s cinerea* control efficiency in fruits showed that at 5 and 10 daa, T4 and T5 achieved greater disease control efficiency, and at 15 daa, T6 achieved greater control efficiency of *B. cinerea* in strawberry fruits, statistically similar to T4 and T5. **Conclusion:** The application of *B. subtilis* at a dose of 400 g ha<sup>-1</sup> achieved a significant effect similar to chemical fungicides with combined active ingredients in controlling *B. cinerea* disease in strawberry fruits at 5, 10, and 15 days after application.

**Keywords:** efficiency, disease, chemical fungicides, treatments.

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de fresa (*Fragaria × ananassa* Duch) a nivel mundial sigue un crecimiento ascendente, mientras que el área de siembra se reduce, ya que en algunos países han dejado de sembrar, pero no significa que han dejado de consumir dicho fruto, sino que el crecimiento demográfico ha generado el cambio de tierras cultivables por áreas urbanas, provocando la importación de la fresa (Salas-Arias et al., 2023).

En el Perú, la fresa es un cultivo muy importante, ya que genera altas divisas por la alta demanda internacional, teniendo en cuenta que el 75% de producción se concentra en la región Lima (Barranca, Huaura y Huaral), debido a que estas zonas presentan clima favorable para la producción (MINAGRI, 2025).

La fresa produce una baya pequeña que contiene una alta fuente dietética, debido a su contenido de polifenoles antioxidantes los cuales, son beneficiosos para la salud humana, además, contiene vitamina C, minerales, betacaroteno, fibra dietética entre otros bioactivos que la seleccionan como un fruto altamente consumido en todo el mundo, este consumo es en fresco y en procesado, considerando que la fresa es biofuncional, presenta buen sabor y muy adaptable a los diversos ambientes (Raffaelli et al., 2025).

El problema surge, debido al ataque del moho gris en la fresa, el cual es provocado por *Botrytis cinerea* es un hongo que ataca desde la floración de la fresa, se observa por la superficie una masa gris de conidias, y continua su efecto cubriendo aproximadamente el 95% de la superficie del fruto provocando la pérdida total de la producción y comercialización de la fresa (Williamson et al., 2007).

La estrategia para reducir el uso de fungicidas químicos, se da a través del uso de agentes biológicos con capacidad antagonista sobre la *Botrytis cinerea*, pero no todos los microorganismos tienen la misma capacidad de reducir o eliminar a este hongo patógeno, a través de diversos estudios se han encontrado que el uso del microorganismo *Bacillus subtilis* es un antagonista efectivo en el control biológico del moho gris, pero en condiciones de Huaura no se conoce bien si el *Bacillus subtilis* tiene un máximo potencial o no por lo que a través de este estudio permitirá comparar el efecto antagonista que tiene el *Bacillus subtilis* y fungicidas químicos en el control de *Botrytis cinerea* en fresa en Huaura.

## CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 Descripción de la realidad problemática

En el Perú, la fresa es un cultivo muy importante, el mercado nacional es muy demandante, ya que en la actualidad las personas tienen conocimiento de los antioxidantes y compuestos bioactivos que son benéficos para la salud. Sin embargo, los frutos de fresa por su contenido de agua son muy perecederos, por lo que la planta al llegar a floración y fructificación corre el riesgo de ser atacado por diversas enfermedades, siendo el de mayor efecto dañino la podredumbre blanda provocado por el moho gris del agente causal *Botrytis cinerea* el cual es un hongo necrotrófico que se transmite por el aire provoca síntomas de podredumbre y masas grises de conidias, que al pasar el tiempo provoca la descomposición y pudrición del fruto (Kahramanoğlu et al., 2022).

El moho gris provocado por *Botrytis cinerea* es un hongo que ataca desde la floración de la fresa, apareciendo como una mancha marrón claro en el caliz de la flor, luego de que las condiciones del clima favorezcan su desarrollo se forma un moho grisáceo con aspecto polvosa, y al cuajar el fruto, en pleno crecimiento se observa por la superficie una masa gris de conidias, y continua su efecto cubriendo alrededor del 95% de la superficie del fruto provocando la pérdida de producción y comercialización (Williamson et al., 2007).

El control del moho gris, es otro problema importante, ya que se usa fungicidas químicos, ya que debido a que el clima de la región Lima, presenta condiciones de clima con alta humedad relativa, temperatura que favorecen el desarrollo de este agente causal, provocando que el hongo tenga mayor infección y avance de la enfermedad, hasta llegar a la podredumbre del fruto, para reducir el ataque los agricultores realizan aplicaciones de fungicidas químicos con amplio espectro de toxicidad, que permite reducir el avance de la enfermedades y muerte del hongo, sin embargo, dichas aplicaciones provocan impacto negativo al medio ambiente y riesgo en la salud humana (Hao et al., 2011).

El impacto que tiene la aplicación frecuente de los fungicidas es mayor ya que el efecto es más negativo, debido a que la fresa tiende a florear y fructificar alrededor de cinco a seis meses de forma continua, provocando que las aplicaciones sean más frecuentes y en ciertas ocasiones aumenta la dosis de estos fungicidas, para controlar al agente causal, corriendo el riesgo al agricultor, consumidor y el medio ambiente (Kahramanoğlu et al., 2022).

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema general**

¿Cuál es la diferencia entre *Bacillus subtilis* y fungicidas químicos en el control de *Botrytis cinerea* en fresa (*Fragaria* × *ananassa*) en Huaura?

### **1.2.2 Problemas específicos**

¿Cuál es la diferencia entre *Bacillus subtilis* y fungicidas químicos en la severidad de *Botrytis cinerea* en fresa (*Fragaria* × *ananassa*) en Huaura?

¿Cuál es la diferencia entre *Bacillus subtilis* y fungicidas químicos en la incidencia de *Botrytis cinerea* en fresa (*Fragaria* × *ananassa*) en Huaura?

¿Cuál es la diferencia entre *Bacillus subtilis* y fungicidas químicos en la eficiencia de control de *Botrytis cinerea* en fresa (*Fragaria* × *ananassa*) en Huaura?

## **1.3 Objetivos de la Investigación**

### **1.3.1 Objetivo general**

Determinar el efecto comparativo entre *Bacillus subtilis* y fungicidas químicos en el control de *Botrytis cinerea* en fresa (*Fragaria* × *ananassa*) en Huaura.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

Evaluar el efecto comparativo entre *Bacillus subtilis* y fungicidas químicos en la severidad de *Botrytis cinerea* en fresa (*Fragaria* × *ananassa*) en Huaura.

Evaluar el efecto comparativo entre *Bacillus subtilis* y fungicidas químicos en la incidencia de *Botrytis cinerea* en fresa (*Fragaria* × *ananassa*) en Huaura.

Determinar el efecto comparativo entre *Bacillus subtilis* y fungicidas químicos en la eficiencia de control de *Botrytis cinerea* en fresa (*Fragaria* × *ananassa*) en Huaura.

## **1.4 Justificación de la Investigación**

### **Justificación teórica**

Esta investigación es relevante, ya que mide el efecto comparativo entre *Bacillus subtilis* como agente biológico y fungicidas químicos en el control de *Botrytis cinerea* en fresa en condiciones de Huaura, debido a que dicho patógeno afecta desde floración hasta cosecha y poscosecha, la aplicación de fungicidas químicos es una alternativa que provoca impacto negativo tanto en el ambiente y la salud humana, por lo que buscar el efecto de control de *Bacillus subtilis* es una alternativa innovadora que es amigable con el medio ambiente, con los resultados permitirá ser un antecedente de alto valor en la investigación nacional e internacional.

### **Justificación social**

El agricultor busca estrategias que reduzcan el uso frecuente de los fungicidas químicos ya que es un daño colateral, por lo que el uso de *Bacillus subtilis* es una opción importante, para el control de *Botrytis cinerea* lo que reducirá el número de aplicaciones y uso de fungicidas químicos.

### **Justificación práctica**

En cuanto al aspecto práctico, los resultados que se obtendrán permitirán que otros agricultores utilicen este tipo de metodología para controlar *Botrytis cinerea* ya que facilitará las aplicaciones muy frecuentes de los fungicidas químicos.

## **1.5 Delimitación del estudio**

### **Delimitación espacial**

El campo agrícola se encuentra en la provincia de Huaura que pertenece al departamento de Lima, geográficamente esta ubicada a UTM de 18L 222890.95 m E 877615.26 m S y a una altura de 143 msnm.

### **Delimitación temporal**

Se realizó entre los meses de julio a octubre del 2025.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes de la Investigación

#### 2.1.1 Antecedentes Internacionales

Acurio-Vásquez & García-Bolívar (2025) en Ecuador, evaluaron el efecto de *Bacillus megaerium* y fungicidas químicos en el control de *Botrytis cinerea* en fresa. Utilizaron cepa de microorganismos *Bacillus* a concentraciones de  $1 \times 10^9$  UFC L<sup>-1</sup> y  $5 \times 10^8$  UFC L<sup>-1</sup>, lo fungicidas químicos como captan a dosis de 3 g L<sup>-1</sup> y clorotalonil 2mL L<sup>-1</sup>. Los resultados mostraron que no existe significancia, entre los fungicidas, en cuanto a la incidencia de *B. cinerea* se encontró que la aplicación del agente biológico fue la que obtuvo menor incidencia de la enfermedad con 13% de incidencia con el fungicida químico fue de 18%, en cuanto a la incidencia de severidad se agente biológico fue de 0,078 y con una efectividad de 59,37% de control y con fungicidas químicos fue de 58,65% de efectividad de control no se encontraron significancia entre ellos para el control, indicando que el *Bacillus* produjo Iturina A y Fengicina A y de 98 lipopeptidos los cuales fueron los compuestos que redujeron la severidad del moho gris y aparte mejoró el comportamiento agronómico de la fresa debido a su potencial de biofertilizante.

Orozco-Mosqueda et al. (2023) en México, evaluaron la eficiencia de aplicación de bacterias promotoras de crecimiento en el control de *Botrytis cinerea*. Los resultados demostraron que estas bacterias, produce mecanismos como la antibiosis reducen la enfermedad del moho gris, además, implica que la planta presente mayor absorción de nutrientes y, por tanto, reduce el ataque del hongo patógeno, al ser aplicado de forma foliar, protege a la planta e impide que los conidios germinen, antes de que se adherían al tejido vegetal de *B. cinerea* siendo mecanismos antifúngica, por tanto, se demostró los compuestos bacterianos que inhiben la adhesión de *Botrytis cinerea*.

Figuerola (2022) en Ecuador, evaluaron la eficiencia de agentes biológicos en el control de moho gris (*Botrytis cinerea*) en mora. Los resultados demostraron que la aplicación de *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis* redujeron significativamente la severidad de la enfermedad con 4,98 y 8,63 respectivamente, e incidencia de 35,69 y 52,09% de incidencia, superando estadísticamente superior al testigo. Además, con los microorganismos produjeron un aumento en el peso del fruto, indicando la potencialidad del microorganismo.

Collaguazo (2021) en Ecuador, evaluaron el efecto de *Bacillus amyloliquefaciens* y *Trichoderma spp.*, fungicidas químicos en el control de *Botrytis cinerea* en fresa. Los resultados mostraron que existe significancia, entre los dos microorganismos antagonistas, indicando que redujo el avance de la enfermedad, obtuvieron menor incidencia y reduce el deterioro de la fruta. En cuanto al porcentaje de eficiencia de control se encontró que al tercer día fue de 50 y 58% de eficiencia de control de *Botrytis cinerea* en fresa debido a la sustancia antimicótica iturina como principal acción antimicótica y enzimas hidrolíticas sobre el control *Botrytis cinerea* en fresa.

Toral et al. (2020) en España, evaluaron el efecto de *Bacillus velezensis* en el control de *Botrytis cinerea* en fresa. Los resultados mostraron que *Bacillus velezensis* es una bacteria muy eficaz en el control del moho gris, obtuvo 50% de incidencia y de 60% de severidad, debido a que redujo el daño celular que es provocado por la peroxidación lipídica en hojas, a la siguiente campaña redujo en un 75% de hojas de fresa, además, al aplicar esta bacteria al pie de la planta sintetizó giberelinas.

### **2.1.2 Antecedentes Nacionales**

Casimiro et al. (2022) en Lima, evaluaron el efecto de fungicidas en el control de *Botrytis cinerea* en tomate. Los resultados mostraron que la aplicación de fertilizantes foliares a base de cobre, zinc y ácido cítrico en el control del moho gris, donde se encontró que inhibió el crecimiento micelial del *Botrytis* obteniendo un control significativo en el control de dicho hongo patógeno, lo que redujo de forma masiva la aplicación de los fungicidas, reduciendo de 76,6% severidad, en flores redujo la incidencia de 22,28, indicando que existe estrategia para reducir el uso de fungicidas químicos que son altamente tóxicos, lo que permite también aumentar el rendimiento del cultivo.

Rodríguez (2022) en Huaura, evaluaron el efecto comparativo de agentes biológicos y fungicidas químicos en el control de *Botrytis cinerea* en mandarina. Los resultados mostraron que la aplicación de *Trichoderma harzianum* a dosis de 2 kg ha<sup>-1</sup> obtuvo menor grado de severidad, y con incidencia de 21,7% por lo cual obtuvo una eficiencia de control de 60% de control sobre *Botrytis cinerea*, indicando que a través de los mecanismos de antagonista como la producción de enzimas hidrolíticas tienen la capacidad de reducir el ataque del hongo patógeno, indicando que este microorganismo tiene el potencial de anular y eliminar el ataque de este patógeno.

Cáceres et al. (2021) en Huaura, evaluaron el efecto comparativo de agentes biológicos y fungicidas químicos en el control de *Botrytis cinerea* en mandarina. Los resultados mostraron que la aplicación de extracto de té obtuvo 50% de incidencia en flores, en comparación con la aplicación de fungicidas químicos (Fludioxonil + Cyprodini) que obtuvo 21,25% de incidencia, por lo cual los fungicidas fueron mejores debido a que produjeron más de 70% de eficiencia de control de *Botrytis cinerea* en mandarina superando al extracto de té.

Vilca (2021) en Barranca, evaluaron el efecto comparativo de fungicidas en el control de *Botrytis cinerea* en fresa cultivar San Andrea. Los resultados mostraron que la aplicación de Pyrimetanil a dosis de 600 ml ha<sup>-1</sup> obtuvo menor incidencia de la enfermedad con 37,5% y con una severidad de 1,5 por lo cual, llegó a obtener una eficiencia de control de 52,5% de la enfermedad, superando al testigo quien obtuvo los valores de incidencia más alto y alta severidad, indicando que este microorganismo tiene el potencial de detener e incluso de eliminar el ataque de este patógeno que daña significativamente al cultivo de fresa, y el uso de fungicidas químicos no es una buena estrategia debido a que podría quedar rastros químicos en los frutos cosechados o la *Botrytis cinerea* lo que provocaría las pérdidas económicas en los freseros.

Córdova (2020) en Chachapoyas, evaluaron el efecto comparativo de fungicidas en el control de *Botrytis cinerea* en fresa. Los resultados mostraron que la aplicación de compuestos peróxido de hidrógeno y ácido peracético, tres dosis de aplicación (1.5 cc/l., 2.0 cc/l y 2.5 cc/l.), dichas evaluaciones fueron en flor y fruto, de mostrando que aplicación de ácido peracético a dosis de 2.5 cc l<sup>-1</sup>, redujo la incidencia en un 34% y con una severidad de 39% respectivamente. Durante la floración, la aplicación de peróxido de hidrógeno obtuvo menor incidencia de 8,4% y con severidad de 10,1% con grado de 2 de severidad, indicando que este fitopatógeno al ser contralado con fungicidas químicos hay una alta probabilidad que pueden estar en su estado de reposo dentro del fruto en la planta, y al ser cosechado recién puede aparecer los síntomas de la enfermedad provocando así un grandes problemas ya que la calidad de los frutos se reduciría y la venta de la misma manera, ya que estos frutos llegara a podrirse y llegan a contaminar a los frutos sanos provocando así más perdidas económicas en los freseros, razón por el cual el uso de este microorganismo benéfico es la mejor opción ya que además es un producto biológicos que es amigable con el medio ambiente, siendo una gran opción.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Generalidades de la fresa**

El cultivo de fresa (*Fragaria × ananassa* Duch) es una planta perenne con frutos comestibles, la producción de fresa a nivel mundial sigue un crecimiento ascendente, mientras que el área de siembra se reduce, ya que en algunos países han dejado de sembrar, pero no significa que han dejado de consumir dicho fruto, sino que el crecimiento demográfico ha generado el cambio de tierras cultivables por áreas urbanas, provocando la importación de la fresa (Salas-Arias et al., 2023).

La fresa produce una baya pequeña que contiene una alta fuente dietética, debido a su contenido de polifenoles antioxidantes los cuales, son beneficiosos para la salud humana, además, contiene vitamina C, minerales, betacaroteno, fibra dietética entre otros bioactivos que la seleccionan como un fruto altamente consumido en todo el mundo, este consumo es en fresco y en procesado, considerando que la fresa es biofuncional, presenta buen sabor y muy adaptable a los diversos ambientes (Raffaelli et al., 2025).

### **Producción de fresa en el Perú**

En el Perú, la fresa es un cultivo muy importante, ya que genera altas divisas por la alta demanda internacional, teniendo en cuenta que el 75% de producción se concentra en la región Lima (Barranca, Huaura y Huaral), debido a que estas zonas presentan clima favorable para la producción. Asimismo, el mercado nacional es muy demandante, ya que en la actualidad las personas tienen conocimiento de los antioxidantes y compuestos bioactivos que son benéficos para la salud, por lo cual requieren frutos con alta actividad antioxidante, siendo la fresa una de ellas, es así que la producción de fresa en nuestro país está en un crecimiento ascendente.

### **Origen de la fresa**

La fresa (*Fragaria × ananassa* Duch) es un híbrido que proviene del cruce de dos especies silvestres la *Fragaria chiloensis* y *Fragaria virginiana* las cuales provienen del continente de América, dicha hibridación se realizó en un experimento en la universidad de California la cual presentaba cualidades de rendimiento y atributos sensoriales (Brazanti citado por Concha, 2021).

## Aspectos botánicos de la fresa

### Taxonomía

Según Alvarado et al. (2001) indican que la taxonomía de la fresa es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Rosales

Familia: Rosaceae

Género: *Fragaria*

Especie: *ananassa*

Nombre Científico: *Fragaria x ananassa*

Cultivar: San Andrea

Nombre común: fresa

### Descripción Botánica del manzano

**a). Raíz:** el sistema radicular emerge de la base de las hojas de la corona si en encuentran suelo húmedo, las raíces llegan hasta una profundidad de 1 a 1,05 m, sin embargo, del 50 a 90% se concentra hasta los 15cm de profundidad (Toledo, 2003).

**b). Corona:** La corona es el tallo de la fresa que tiene una forma de roseta comprimida entre uno a tres cm, cubierta por hojas, considerado estípulas, asimismo, presenta yemas, de apariencia leñosa (Toledo, 2003).

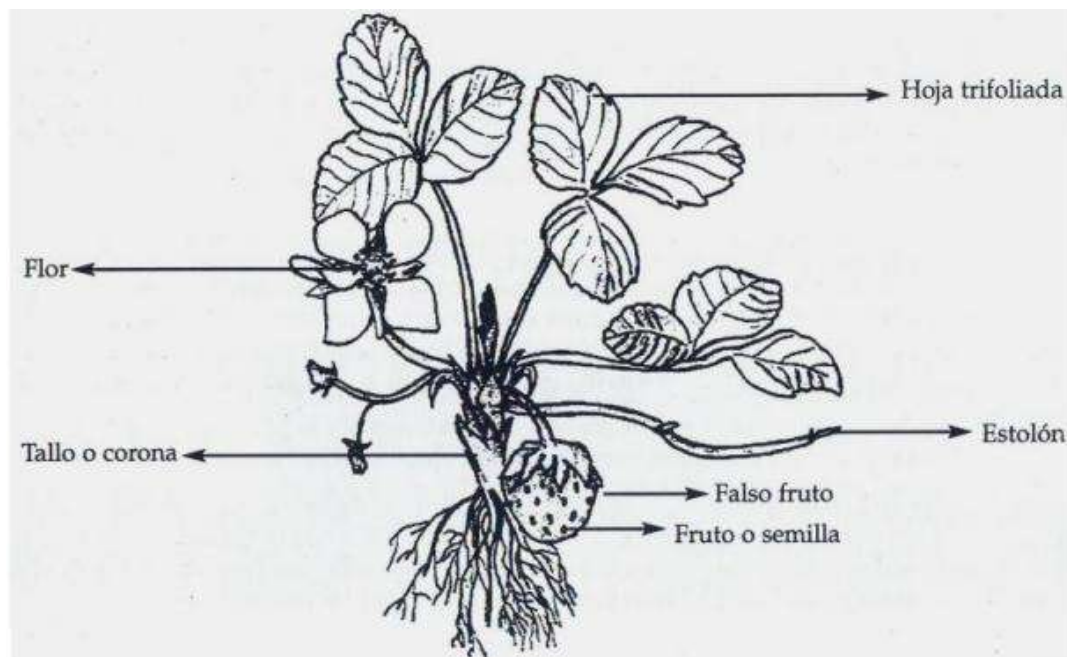
**c). Estolón:** El estolón, son los tallos rastreros los cuales se forman a partir de las yemas axilares de la corona, si la planta está bien nutrida produce entre 10 a 15 estolones, teniendo en cuenta que el estolón es el órgano reproductivo por el cual el agricultor lo usa para su propagación, ya que del estolón emergen las raíces y se forma una nueva planta con la misma composición genética de la planta madre (Toledo, 2003).

**d). Flor:** La flor es una inflorescencia que se forma en racimo, las flores son hermafroditas, cada flor tiene de 200 a 400 pistilos formada espiral en el receptáculo, la polinización se da de forma cruzada (Toledo, 2003).

**e). Fruto:** El fruto es una baya carnos, el verdadero fruto son las semillas que recubren y se llama aquenio, entre la polinización y madurez del fruto tiene un tiempo de duración de 20 a 50 días (Toledo, 2003).

**f). Hoja:** La hoja es trifoliada y por foliolo se une a un peciolo, lo que forma estípula halada en la base que envuelve la corona, sin embargo, la forma que tiene el foliolo depende del cultivar (Toledo, 2003).

*Figura 1. Morfología de la fresa. Fuente: Toledo (2003).*



### **Fenología de la fresa**

La fresa es una planta perenne, inicia desde la siembra la planta tiene un amplio crecimiento vegetativo, luego de ello entra un estado de floración, sin embargo, la floración es inducida de acuerdo al cultivar de la fresa, ya que hay plantas que se clasifican en tres grupos dependiendo de su fotoperiodo tal como: de días cortos, días largos y días neutros, pero en ello la planta acumula las horas frío, con respecto a las plantas de día corto las cuales son las más producidas en el Perú, requieren de horas frío con acumulación de temperaturas menor a 7°C, con ello la floración y fructificación se da de forma efectiva, la floración y fructificación son constantes y dura entre cinco a seis meses dependiendo del cultivar (Concha, 2021).

## **Requerimiento de clima**

La fresa tiende a acumular horas frío con temperatura de hasta 2°C, la plantas con temperatura inferior de 6°C interrumpe la dormancia de las yemas, la planta tolera a las heladas de temperatura menor a 0°C, en cambio con temperatura mayor de 35°C produce frutos deformes, por lo que la fase vegetativa requiere de temperatura óptima 20 a 25°C, y de 12°C de temperatura nocturna, desde la fase floración y fructificación de 24 a 26°C de temperatura, teniendo en cuenta que la mayoría de los cultivares requieren de temperaturas bajas para una buena producción y calidad del fruto, humedad relativa va desde 65 a 75% mayor humedad de este rango puede provocar problemas de enfermedades patogénicas (Chávez y Canchumanya, 2022).

## **Requerimiento de suelo**

La fresa se adapta a suelos con diversidad de texturas por lo que se requiere de buena preparación de suelos, ya que la fresa produce una masa radicular amplia, además, se requiere para que presente buen drenaje y buena respiración de las raíces, ya que compactación o estancamiento de agua provoca que se reduzca la oxigenación en la planta, las raíces tienden a pudrirse y presentar problemas de hongos de suelo, el pH va de un rango de 5,5 a 7,5, la salinidad del suelo menor de 2,5 dS m<sup>-1</sup> de conductividad eléctrica, la fresa requiere de nitrógeno y potasio, para un buen desarrollo de la fruta (Chávez y Canchumanya, 2022).

## **Descripción del cultivar San Andrea**

En el Perú el cultivar San Andreas es uno de los más producidos debido a sus características de calidad de fruto, como buen color, olor, sabor y textura del fruto, es un cultivar de día corto, por lo que requiere de acumulación de horas frío para una buena floración y fructificación, es una planta vigorosa, que tiene muy buena adaptación a diversos climas templadas, sus frutos tienen buen tamaño superior a los cultivares, su tonalidad es rojo intenso brillante, de forma cónica, son muy resistentes a los golpes por transporte (Chávez y Canchumanya, 2022).

### 2.2.2 Moho gris (*Botrytis cinerea* Duch.)

El hongo *Botrytis cinerea* es un parásito facultativo debido a que no muestra síntomas en plena flor, una vez que la fruta crezca el hongo se activa produciendo por la superficie del fruto un polvo blaquécino que puede cubrir todo el fruto sino se realiza aplicaciones respectivas, estas esporas se maduran se desprenden del tejido dañado e infectan nuevos frutos o flores cercanos (Merchán et al., 2014).

Los frutos de fresa por su contenido de agua son muy perecederos, por lo que la planta al llegar a floración y fructificación corre el riesgo de ser atacado por diversas enfermedades, siendo el de mayor efecto dañino la podredumbre blanda provocado por el moho gris del agente causal *Botrytis cinerea* el cual es un hongo necrotrófico que se transmite por el aire provoca síntomas de podredumbre y masas grises de conidias, que al pasar el tiempo provoca la descomposición y pudrición del fruto (Kahramanoğlu et al., 2022).

El moho gris provocado por *Botrytis cinerea* es un hongo que ataca desde la floración de la fresa, apareciendo como una mancha marrón claro en el caliz de la flor, luego de que las condiciones del clima favorezcan su desarrollo se forma un moho grisáceo con aspecto polvosa, por lo que, al cuajar el fruto, en pleno crecimiento se observa por la superficie una masa gris de conidias, y continua su efecto cubriendo aproximadamente el 95% de la superficie del fruto provocando la pérdida total de la producción y comercialización de la fresa (Williamson et al., 2007).

#### **Taxonomía de *Botrytis cinerea* Duch.**

Según Agrios (1997) indica que la taxonomía de *Botrytis cinerea* es la siguiente:

Reino: Fungi

Filo: Ascomycetos

Clase: Deuteromycetes

Orden: Moniliales

Familia: Sclerotiniaceae

Género: *Botrytis*

Especie: *cinerea*

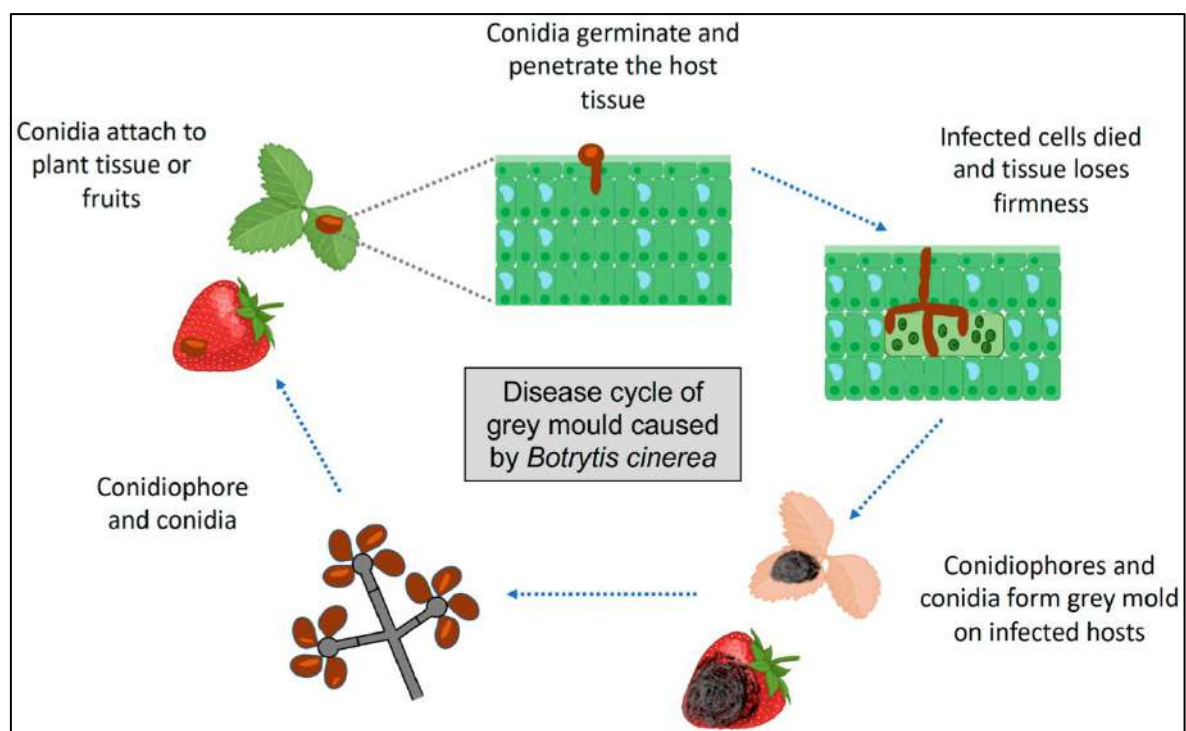
Nombre Científico: *Botrytis cinerea*

Nombre común: Moho gris

### Ciclo de vida del moho gris (*Botrytis cinerea* Duch.)

El moho gris al infectar en la planta de fresa sigue la presente secuencia: sigue: etapa (1) la fijación de los conidios; es en donde los conidios se adhieren por acción hidrofóbica con el tejido de la flor o el fruto y forman enzimas que reducen las defensas de la planta, seguido de la etapa (2) germinación; con la humedad relativa del clima llega a germinar, luego pasa a la etapa (3) diferenciación de las estructuras de la infección en la superficie del huésped; (4) penetración en los tejidos de la planta huésped; en donde se forma apresorios y estos son los que penetran en el tejido huésped. Con ello pasa a la etapa (5) muerte celular de la planta huésped en donde infectó el apresorio, en la etapa (6) formación de lesiones primarias y evasión de las defensas de la planta huésped; el hongo produce especies reactivas de oxígeno y la última etapa (7) expansión de la enfermedad y según el ambiente la infección por toda la superficie de la fruta e inóculo para otras plantas puede ser mayor, tal como se observa en la Figura 2 (Orozco-Mosqueda et al. (2023).

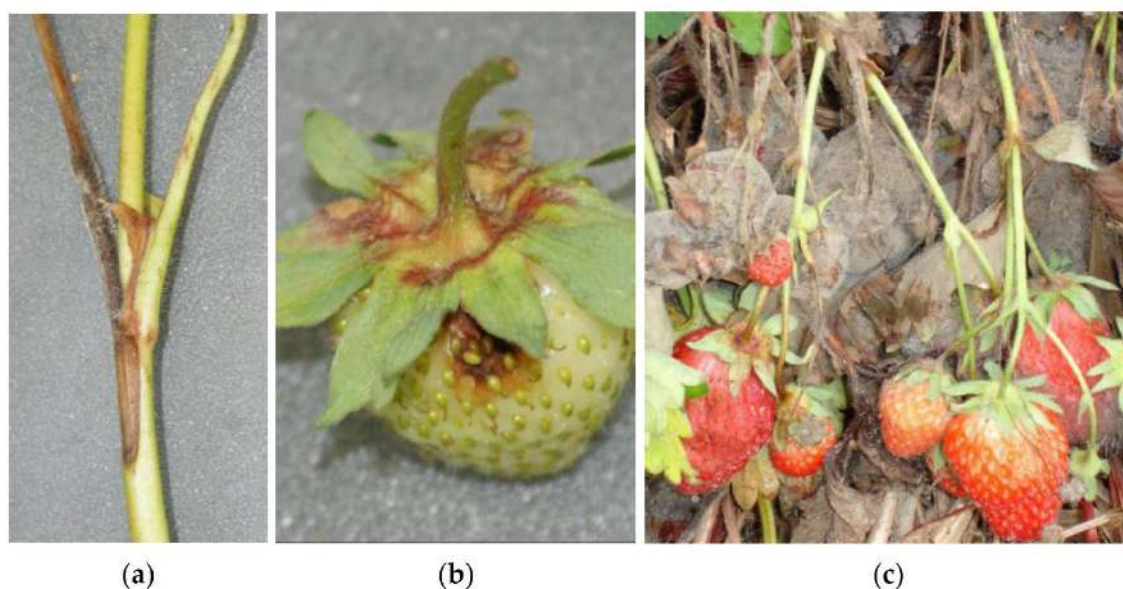
Figura 2. Ciclo de la enfermedad del moho gris (*Botrytis cinerea*). Fuente: Orozco-Mosqueda et al. (2023)



### Síntomas del moho gris (*Botrytis cinerea* Duch.)

El moho gris infecta en la hoja, los cuales llegan a estar inactivas sin presentar síntomas, e incluso puede llegar a permanecer inactivas hasta cuatro meses, luego de ello se produce la esporulación, la infección se observan los síntomas en las inflorescencias, flores, cuando presentan los síntomas son d color café la lesión en los pétalos, sépalos y en el receptáculo, si continua con la infección llega a matar el pedúnculo, se forman las podredumbres blandas en la fruta, pasado por la saturación acuosa del tejido del hospedante formándose luego una masa gris de conidios, tal como se observa en la Figura 3 y 4 (Weber et al., 2023).

*Figura 3.* Síntomas del moho gris. (a) Infección de una inflorescencia. (b) Infección del fruto. (c) Infecciones secundarias del fruto. Fuente: Weber et al. (2023)



*Figura 4.* Síntomas del moho gris en flor. Fuente de Koike & Bolda (2016).



### **2.2.3 Método de control del moho gris (*Botrytis cinerea* Duch.)**

El control del moho gris, es otro problema importante, se usa fungicidas químicos, ya que debido a que el clima de la región Lima, presenta condiciones de clima con alta humedad relativa, temperatura que favorecen el desarrollo de este agente causal, según Hao et al. (2011) el clima favorece la infección ya que provoca que el hongo tenga mayor infección y avance de la enfermedad, hasta llegar a la podredumbre del fruto, para reducir el ataque los agricultores realizan aplicaciones de fungicidas químicos como mancozeb, captan, matalaxil, entre otros fungicidas con amplio espectro de toxicidad, que permite reducir el avance de la enfermedades y muerte del hongo, sin embargo, dichas aplicaciones provocan impacto negativo al medio ambiente y riesgo en la salud humana.

El impacto que tiene la aplicación frecuente de los fungicidas es mayor ya que el efecto es más negativo, debido a que la fresa tiende a florear y fructificar alrededor de cinco a seis meses de forma continua, provocando que las aplicaciones sean más frecuentes y en ciertas ocasiones aumenta la dosis de estos fungicidas, para controlar al agente causal, corriendo el riesgo tanto para el agricultor, el consumidor y el medio ambiente (Kahramanoğlu et al., 2022).

La estrategia para reducir el uso de fungicidas químicos, se da a través del uso de agentes biológicos con capacidad antagonista sobre la *Botrytis cinerea*, pero no todos los microorganismos tienen la misma capacidad de reducir o eliminar a este hongo patógeno, a través de diversos estudios se han encontrado que el uso del microorganismo *Bacillus subtilis* es un antagonista efectivo en el control biológico del moho gris.

### **2.2.4 *Bacillus subtilis***

Es una bacteria del suelo, Gram positivo, esta bacteria, produce mecanismos como la antibiosis reducen la enfermedad del moho gris, además, implica que la planta presente mayor absorción de nutrientes y, por tanto, reduce el ataque del hongo patógeno, al ser aplicado de forma foliar, protege a la planta e impide que los conidios germinen, antes de que se adherían al tejido vegetal de *B. cinerea* siendo mecanismos antifúngica, por tanto, se demostró los compuestos bacterianos que inhiben la adhesión de *Botrytis cinerea* (Orozco-Mosqueda et al., 2023).

## **2.3 Definición de términos básicos**

### **Apresorio**

El apresorio es la estructura gancho del hongo o es un órgano de anclaje que penetra al tejido vegetal, ya que a través de ella puede infectar a la planta, esta estructura que se emerge de la parte externa de la hifa y se fija en el tejido vegetal, se adhiere en la superficie del tejido y por presión genera una fuerza y perfora el tejido de la pared celular e ingresa al hospedador (Hao et al., 2011).

### **Conidias**

La conidia vienen a hacer las esporas del hongo la forma asexual, las cuales se producen en las hifas, o de estructura del hongo que se llama conidióforos, con reproducción asexual y el hongo lo usa como fuente de infección ya que estas esporas son ligeras y pueden volar por el viento o agua y dispersarse e infectar a otras plantas (Hao et al., 2011).

### **Enzimas hidrolíticas**

Los microorganismos benéficos tienen la capacidad de ser antagonistas de los hongos patógenos, ya que a través de la liberación de enzimas conocidas como hidrolasas que se encargan de romper la pared celular ya que liberan enzimas como las quitinasas, celulasas, gluconasas y degradan a estas los de moléculas que son el soporte de la pared celular (Orozco-Mosqueda et al., 2023).

### **Fengicina**

La fengicina es un lipopéptido que son producidas por la bacteria *Bacillus*, cuya propiedad tiene de actividad antifúngica, estas son metabolitos secundarios que solo son formados por esta bacteria y son capaces de eliminar los hongos patógenos ya que interactúan en la membrana de las células del hongo patógeno (Orozco-Mosqueda et al., 2023).

### **Iturina**

Es un lipopéptido cíclico que son producido por la bacteria *Bacillus*, causan daños a nivel de la membrana celular del hongo patógeno, por lo cual es un metabolito que tiene actividad antifúngica (Orozco-Mosqueda et al., 2023).

## **2.4 Hipótesis de investigación**

### **2.4.1 Hipótesis General**

El *Bacillus subtilis* y fungicidas químicos presentan respuestas significativas en el control de *Botrytis cinerea* en fresa (*Fragaria* × *ananassa*) en Huaura.

### **2.4.2 Hipótesis Específicas**

- El *Bacillus subtilis* y fungicidas químicos presentan respuestas significativas en la severidad de *Botrytis cinerea* en fresa (*Fragaria* × *ananassa*) en Huaura.
- El *Bacillus subtilis* y fungicidas químicos presentan respuestas significativas en incidencia de *Botrytis cinerea* en fresa (*Fragaria* × *ananassa*) en Huaura.
- El *Bacillus subtilis* y fungicidas químicos presentan respuestas significativas en la eficiencia de control de *Botrytis cinerea* en fresa (*Fragaria* × *ananassa*) en Huaura.

## 2.4 Operacionalización de las variables

**Tabla 1**

*Operacionalización de las variables*

| Variable                                                              | Definición conceptual                                                                                                          | Definición operacional                                | Variables                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Escala de medición   |
|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Uso de <i>Bacillus subtilis</i> y fungicidas químicos (Independiente) | El control de la Botrytis cinerea se da a través de uso con fungicidas químicos y con microorganismos con actividad antagónica | Uso de <i>Bacillus subtilis</i> y fungicidas químicos | <b>Variables independientes:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- T1: Testigo</li> <li>- T2: Sulfato de cobre pentahidratado</li> <li>- T3: Pyrimethanil</li> <li>- T4: boscalid + azoxystrobin</li> <li>- T5: Captan + Tebuconazole</li> <li>- T6: <i>Bacillus subtilis</i></li> </ul> | L ha <sup>-1</sup> . |
| Eficacia (Dependiente)                                                | Se medirá el efecto de control                                                                                                 | Incidencia, Severidad y eficiencia de control         | <b>Variables dependientes:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Incidencia a 3, 6 y 10 días</li> <li>- Severidad a 3, 6 y 10 días</li> <li>- Eficacia de control (%)</li> </ul>                                                                                                         | Unidades y %.        |

## CAPÍTULO III. METODOLOGIA

### 3.1 Diseño metodológico

#### 3.1.1 Ubicación

El campo agrícola se encuentra en la provincia de Huaura que pertenece al departamento de Lima, geográficamente está ubicada a UTM de 18L 222890.95 m E 877615.26 m S y a una altura de 143 msnm tal como se muestra en la Figura 2.

*Figura 5. Ubicación espacial del experimento. Fuente: Google Earth*



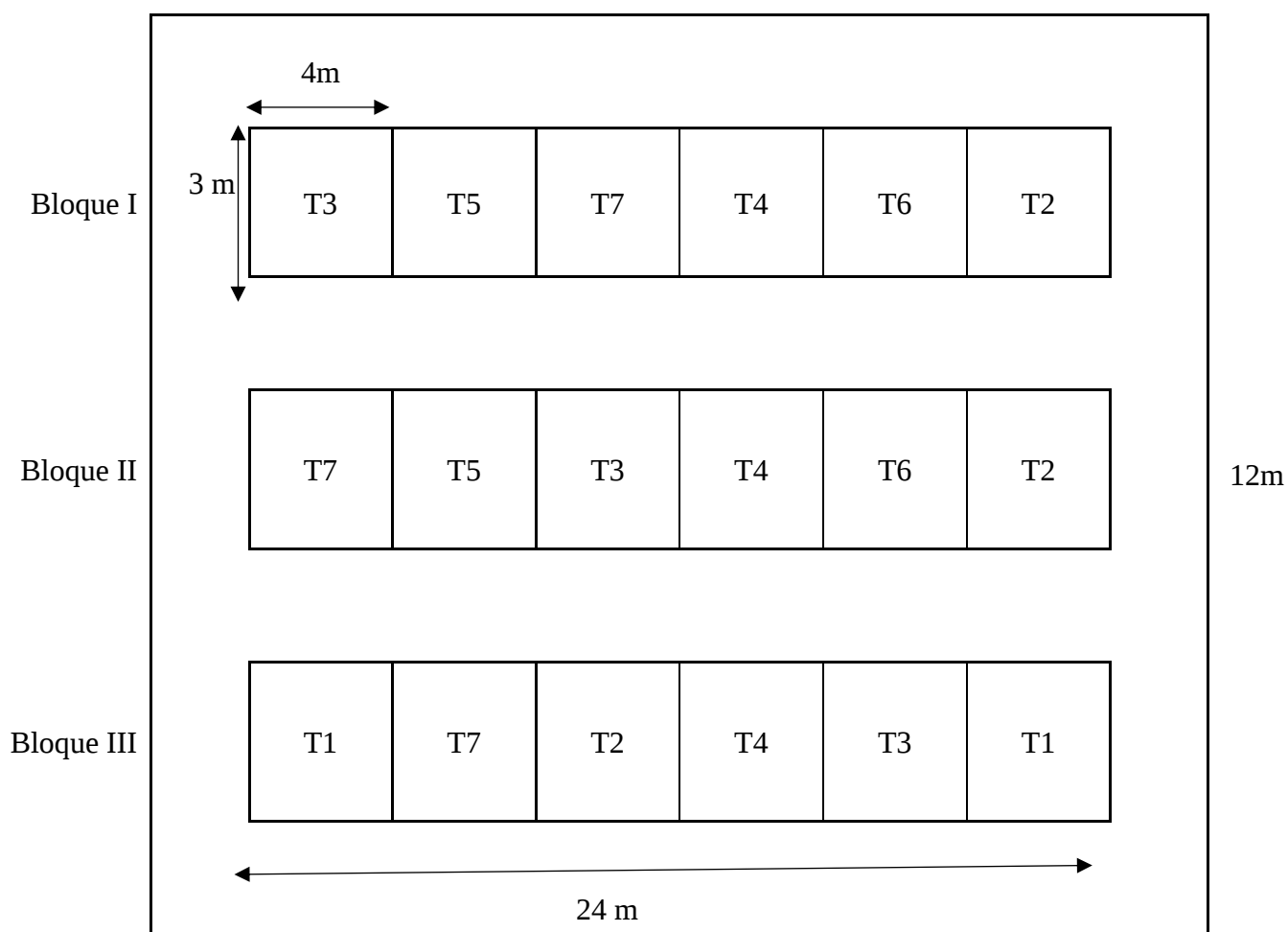
#### Características del área experimental

El experimento presenta las características siguientes:

|                                   |                     |
|-----------------------------------|---------------------|
| Número de tratamientos            | : 6                 |
| Número de bloques                 | : 3                 |
| Número de unidades experimentales | : 18                |
| Distanciamiento entre plantas     | : 0,3 m             |
| Distanciamiento entre surco       | : 1,1 m             |
| Sistema de riego                  | : Riego por goteo   |
| Unidad experimental (UE)          |                     |
| Número de surcos                  | : 3                 |
| Largo                             | : 3 m               |
| Ancho                             | : 4 m               |
| Área total                        | : 12 m <sup>2</sup> |

|            |                      |
|------------|----------------------|
| Bloque     |                      |
| Largo      | : 12 m <sup>2</sup>  |
| Ancho      | : 24 m <sup>2</sup>  |
| Área total | : 288 m <sup>2</sup> |

*Figura 6. Croquis experimental*



## 3.2 Población y muestra

### 3.2.1 Población

La población estuvo constituida por 738 plantas de fresa cultivar San Andreas.

### 3.2.2 Muestra

La muestra se obtuvo a través de la fórmula de Sheafe (1987), la cual dio como resultado 66,5 plantas representativas de la población de todo el ensayo, y al dividir por 18 unidades experimentales da como resultado 3,69 (4 plantas) por unidad experimental.

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{e^2 (n - 1) + Z^2 * p * q}$$

Donde:

Z = probabilidad para una confianza del 95 %.

p = 0,95 (probabilidad acierto)

q = 0,05 (probabilidad error).

N= Población = 738

e = error de muestreo estimado (0,05 o 5%).

$$n = \frac{(1.96^2)(0,95)(0,05)(738)}{(0,05^2)(738 - 1) + (1.96^2)(0,95)(0,05)} = 66,5$$

## 3.3 Técnicas para la recolección de datos

Esta investigación se realizó usando como técnica de recolección de dato el análisis inferencial, a través de la observación metódica en el campo experimental, durante el ciclo biológico del cultivo y los problemas que afectan en ella. Se utilizó el cuaderno de campo, colocando los datos de las variables de evaluación.

### **3.3.1 Descripción de los instrumentos**

#### **Materiales e insumos**

Materiales:

- Fresa cultivar San Andreas
- Balanza analítica
- Fumigadora
- Vaso medidor

Insumos:

- *Bacillus subtilis*
- Sulfato de cobre pentahidratado
- Pyrimethanil
- Boscalid + azoxystrobin
- Captan + Tebuconazole
- Nitrato de amonio
- Fosfato diamónico
- Nitrato de potasio
- Otros micronutrientes

### **3.3.2 Tratamientos**

Los tratamientos que se usaron para el control de *Botrytis cinerea* en fresa se observan en la Tabla 2.

Tabla 2

*Descripción de los tratamientos en estudio*

| Tratamientos | Detalle                                                    |
|--------------|------------------------------------------------------------|
| T1           | Testigo                                                    |
| T2           | Sulfato de cobre pentahidratado                            |
| T3           | Pyrimethanil                                               |
| T4           | Boscalid + azoxystrobin                                    |
| T5           | Captan + Tebuconazole                                      |
| T6           | <i>Bacillus subtilis</i> a dosis de 400 g ha <sup>-1</sup> |

### 3.3.3 Diseño estadístico

El Diseño que se aplicó el diseño de bloques completamente azar con tres bloques y seis tratamientos. Para la comparación de medias se usó la Prueba de Tukey al 5% de significancia.

Tabla 3

*Prueba de análisis de varianza*

| F.V.         | GL | SC     | CM  | F-cal | p-valor | Significación |
|--------------|----|--------|-----|-------|---------|---------------|
| Bloques      | 2  | SCBloq | CMT | FCALT |         |               |
| Tratamientos | 5  | SCA    | CMB | FCALB |         |               |
| Error        | 10 | SCE    | CME |       |         |               |
| Total        | 17 | SCT    |     |       |         |               |

C.V: % = Coeficiente de variabilidad

### 3.3.4 Variables a evaluar

#### a) Nivel de infección:

**Y11: Porcentaje de incidencia a los 3, 6, 9 y 12 días:** Se midió el número de órganos con la enfermedad, luego de aplicar los tratamientos se evaluó a los 5, 10 y 15 días después de la primera aplicación, según fórmula descrita por Collaguazo (2021):

$$\text{Incidencia (\%)} = \frac{\text{Número de órganos afectados}}{\text{Número de órganos analizados}} \times 100$$

**Y11: Severidad a los 3, 6, 9 y 12 días:** Se midió la severidad de la enfermedad, con área afectada por el hongo y se evaluó a los 5, 10 y 15 días después de la aplicación, según la escala es propuesta por Collaguazo (2021) en la Tabla 4 y Figura 7.

*Tabla 4*

Escala de severidad de moho gris

| Escala | Área afectada (%) | Descripción                                                |
|--------|-------------------|------------------------------------------------------------|
| 0      | 0                 | Sin cambios visibles.                                      |
| 1      | 0-20              | Ligera coloración marrón                                   |
| 2      | 21-40             | Decoloración marrón moderada                               |
| 3      | 41-60             | Crecimiento micelial de leve a moderado.                   |
| 4      | 61-80             | Crecimiento micelial de moderado a intenso                 |
| 5      | 81-100            | Esporulación característica, fuerte crecimiento de micelio |

*Figura 7.* Escala de severidad de moho gris. Fuente de Collaguazo (2021)



#### **b) Porcentaje de eficacia de control de la araña roja:**

**Y21: Eficiencia de control (%):** Se procede a realizar el % de eficacia de control y el resultado se expresó en %.

$$\% \text{ de eficiencia de control} = 100 \left( \frac{\text{Total de frutos afectados}}{\text{Total de frutos afectados + sanos}} \right) \times 100$$

### 3.3.5 Conducción del experimento

- a). **Delimitación del experimento:** Se delimitó según el croquis experimental.
- b). **Siembra:** La plantación fue del agricultor donde realizaremos la investigación quien cuenta con un campo de fresa.
- c). **Riego:** El riego se realizó por goteo con un caudal de 1,9 L hora, se durante tres horas en cada turno de riego.
- d). **Fertilización:** Se fertilizó con una dosis de 180 de N, 110 de P y de 200 de K, también se aplicó sulpomag y nitrato de calcio a través del fertirriego.
- i). **Control de plagas.** – Si al evaluar insectos plaga se realizan aplicaciones respectivas para controlarlos.

### 3.4 Técnicas para el procesamiento de la información

Las variables que evaluaron al *Botrytis cinerea* fue procesado mediante el software estadístico “Infostat”, que analizaron el análisis de varianza y comparación de medias según Tukey al 5% de significancia y estos resultados se colocaron en Tabla y figuras de forma ordenada usando el Microsoft Office Excel.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

### 4.1 Incidencia de la enfermedad del moho gris (*Botrytis cinerea*)

#### 4.1.1 Evaluación de la incidencia de la enfermedad antes de la aplicación

Los resultados en la Tabla 5 y Figura 8 muestra la prueba de normalidad según Shapiro-Wilks de los residuos de la incidencia de *Botrytis cinerea* en fruto antes de la aplicación de los tratamientos, indicando que no existe significancia estadística ( $p > 0,05$ ) es así que los datos de la severidad antes de la aplicación tienen una distribución normal, suficiente evidencia para continuar con el análisis de varianza Patel et al. (2001).

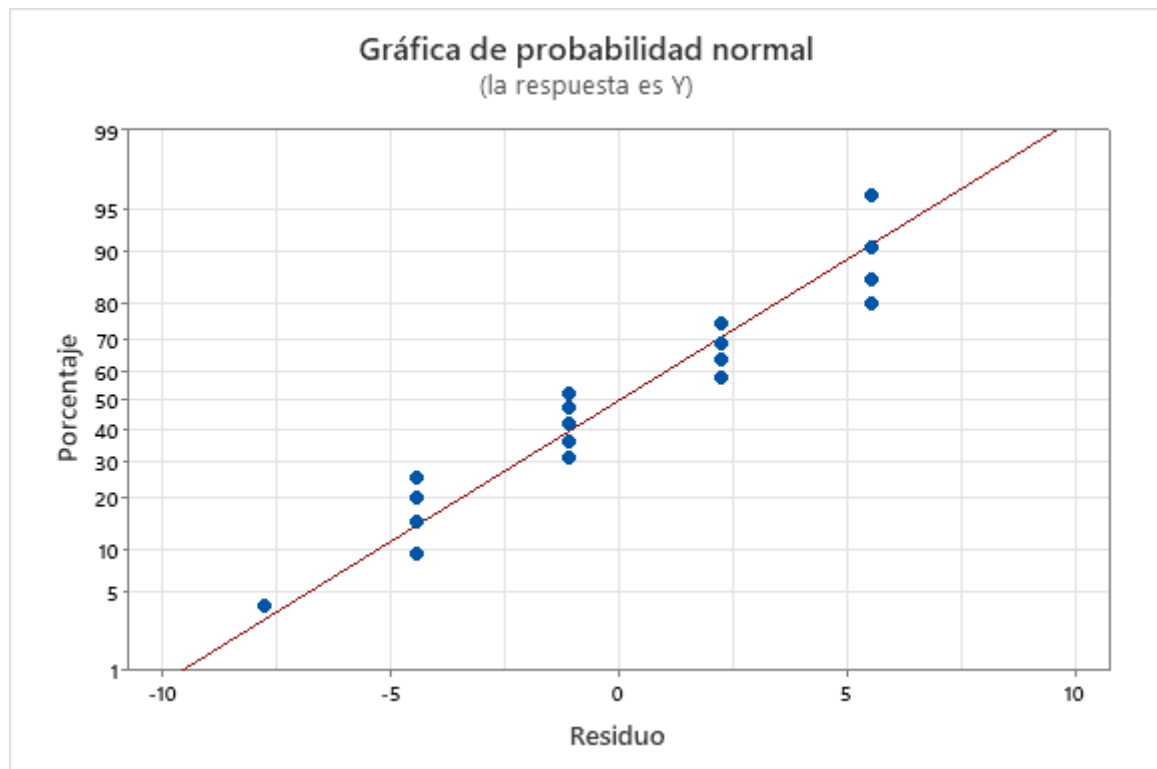
Tabla 5

*Prueba de normalidad para los residuos de la incidencia de Botrytis cinerea en fruto antes de la aplicación*

| N  | Desviación estandar | p-valor  |
|----|---------------------|----------|
| 18 | 4,12                | 0,0694ns |

ns. = no significativo

*Figura 8. Gráfico de la normalidad para los residuos de la incidencia de Botrytis cinerea en fruto antes de la aplicación*



En la Tabla 6 se muestra el ANOVA de la evaluación de la incidencia de *Botrytis cinerea* en fruto antes de la aplicación de los tratamientos, donde no muestra diferencias significativas para bloques y entre tratamientos ( $p>0,05$ ). Asimismo, el coeficiente de variación fue de 21,21% el cual indica que en condiciones de campo los datos son aceptables (Patel et al., 2001).

Tabla 6

*Análisis de la varianza para la incidencia en fruto antes de la aplicación*

| F.V.         | GL | SC     | CM     | F cal. | p-valor  |
|--------------|----|--------|--------|--------|----------|
| Bloques      | 2  | 44,44  | 22,22  | 0,77   | 0,4889ns |
| Tratamientos | 5  | 227,78 | 45,56  | 1,58   | 0,2522ns |
| Error        | 10 | 288,89 | 28,89  |        |          |
| Total        | 17 | 561,11 |        |        |          |
| C.V.         |    |        | 21,21% |        |          |

ns. = no significativo, \*\* = altamente significativo

La Prueba de Tukey (Tabla 7), muestra que los tratamientos no son diferentes significativamente, muestran un rango de escalas de 13,33 a 23,33% de incidencia.

Tabla 7

*Prueba de Tukey al 5% para la comparación de los tratamientos de la incidencia en fruto antes de la aplicación*

| Tratamientos                                                   | Incendencia |
|----------------------------------------------------------------|-------------|
|                                                                | .....μ..... |
| T2: Sulfato de cobre pentahidratado                            | 13,33 a     |
| T5: Captan + Tebuconazole                                      | 13,33 a     |
| T1: Testigo                                                    | 16,67 a     |
| T4: Boscalid + azoxystrobin                                    | 16,67 a     |
| T6: <i>Bacillus subtilis</i> a dosis de 400 g ha <sup>-1</sup> | 20,00 a     |
| T3: Pyrimethanil                                               | 23,33 a     |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey ( $p<0,05$ )

#### 4.1.2 Evaluación de la incidencia de la enfermedad a los 5 días después de la aplicación (dda)

Los resultados en la Tabla 8 y Figura 9 muestra la prueba de normalidad según Shapiro-Wilks de los residuos de la incidencia de *Botrytis cinerea* en fruto a los 5 dda de los tratamientos, indicando que no existe significancia estadística ( $p > 0,05$ ) es así que los datos de la severidad antes de la aplicación tienen una distribución normal, suficiente evidencia para continuar con el análisis de varianza Patel et al. (2001).

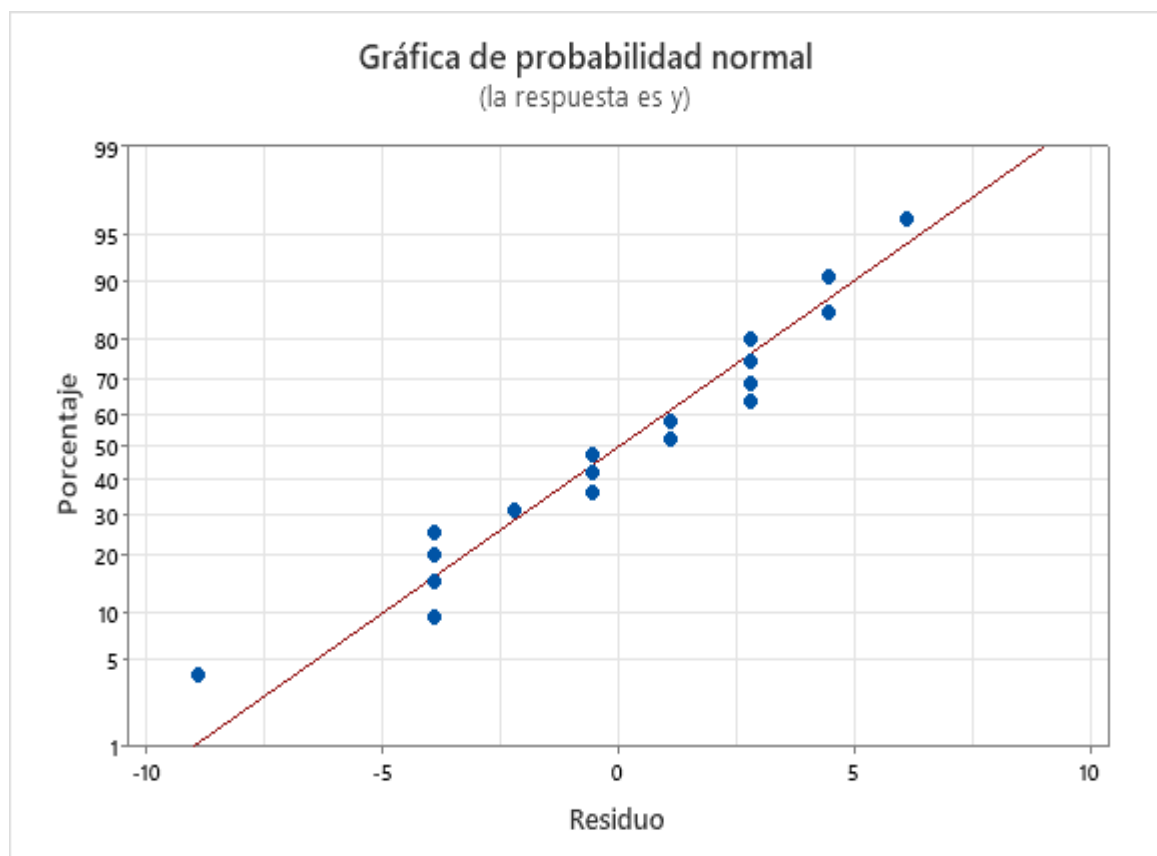
Tabla 8

*Prueba de normalidad para los residuos de la incidencia de Botrytis cinerea en fruto a los 5 dda*

| N  | Desviación estandar | p-valor  |
|----|---------------------|----------|
| 18 | 3,88                | 0,5080ns |

ns. = no significativo

*Figura 9. Gráfico de la normalidad para los residuos de la incidencia de Botrytis cinerea en fruto a los 5 dda*



En la Tabla 9 se muestra el ANOVA de la evaluación de la incidencia de *Botrytis cinerea* en fruto a los 5 dda de los tratamientos, donde no muestra diferencias significativas para bloques ( $p>0,05$ ) y entre tratamientos diferencias altamente significativas ( $p<0,05$ ). Asimismo, el coeficiente de variación fue de 28,56% el cual indica un valor alto que al evaluar enfermedades en campo los datos son aceptables (Patel et al., 2001).

Tabla 9

*Análisis de la varianza para la incidencia en fruto a los 5 dda (%)*

| F.V.         | GL | SC      | CM     | F cal. | p-valor  |
|--------------|----|---------|--------|--------|----------|
| Bloques      | 2  | 77,78   | 38,89  | 1,52   | 0,2649ns |
| Tratamientos | 5  | 1027,78 | 205,56 | 8,04   | 0,0028** |
| Error        | 10 | 255,56  | 25,56  |        |          |
| Total        | 17 | 1361,11 |        |        |          |
| C.V.         |    |         | 28,56% |        |          |

ns. = no significativo, \*\* = altamente significativo

La Prueba de Tukey (Tabla 10), muestra que los tratamientos T5, T4 y T3 sobresalieron significativamente en el estudio, con la incidencia más baja con 3,33, 6,67 y 10% respectivamente, mientras que el testigo sin aplicar (T1) fue el que obtuvo el mayor porcentaje de incidencia con 26,67%.

Tabla 10

*Prueba de Tukey al 5% para la comparación de la incidencia en fruto a los 5 dda (%)*

| Tratamientos                                                   | Incidencia    |
|----------------------------------------------------------------|---------------|
|                                                                | ..... % ..... |
| T5: Captan + Tebuconazole                                      | 3,33 a        |
| T4: Boscalid + azoxystrobin                                    | 6,67 a        |
| T3: Pyrimethanil                                               | 10,00 a       |
| T6: <i>Bacillus subtilis</i> a dosis de 400 g ha <sup>-1</sup> | 13,33 ab      |
| T2: Sulfato de cobre pentahidratado                            | 16,67 ab      |
| T1: Testigo                                                    | 26,67 b       |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey ( $p<0,05$ )

#### 4.1.3 Evaluación de la incidencia de la enfermedad a los 10 días después de la aplicación (dda)

Los resultados en la Tabla 11 y Figura 10 muestra la prueba de normalidad según Shapiro-Wilks de los residuos de la incidencia de *Botrytis cinerea* en fruto a los 10 dda de los tratamientos, indicando que no existe significancia estadística ( $p > 0,05$ ) es así que los datos de la severidad antes de la aplicación tienen una distribución normal, suficiente evidencia para continuar con el análisis de varianza Patel et al. (2001).

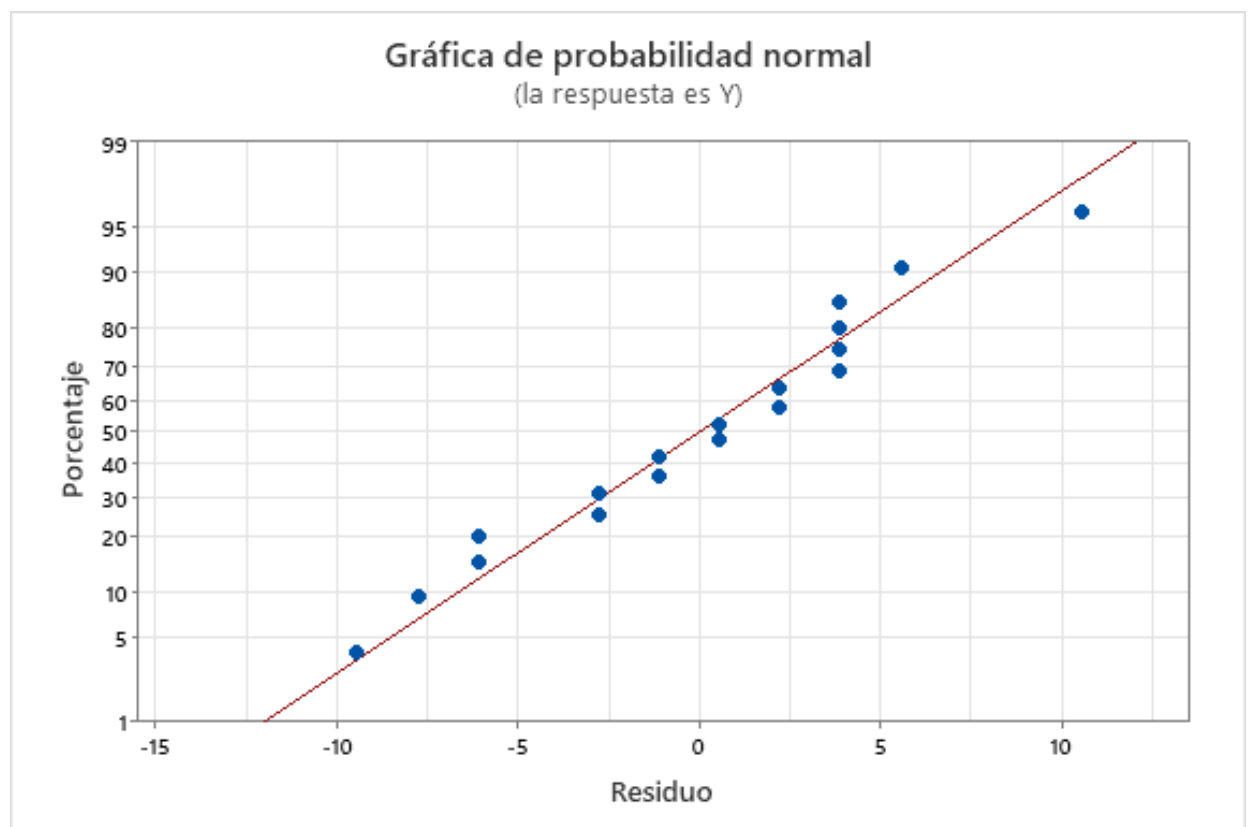
Tabla 11

*Prueba de normalidad para los residuos de la incidencia de Botrytis cinerea en fruto a los 10 dda*

| N  | Desviación estandar | p-valor  |
|----|---------------------|----------|
| 18 | 5,18                | 0,7540ns |

ns. = no significativo

*Figura 10. Gráfico de la normalidad para los residuos de la incidencia de Botrytis cinerea en fruto a los 10 dda*



En la Tabla 12 se muestra el ANOVA de la evaluación de la incidencia de *Botrytis cinerea* en fruto a los 10 dda de los tratamientos, donde no muestra diferencias significativas para bloques ( $p>0,05$ ) y entre tratamientos diferencias altamente significativas ( $p<0,05$ ). Asimismo, el coeficiente de variación fue de 25,32% el cual indica un valor alto que al evaluar enfermedades en campo los datos son aceptables (Patel et al., 2001).

Tabla 12

*Análisis de la varianza para la incidencia en fruto a los 10 dda (%)*

| F.V.         | GL | SC      | CM     | F cal. | p-valor  |
|--------------|----|---------|--------|--------|----------|
| Bloques      | 2  | 11,11   | 5,56   | 0,12   | 0,8865ns |
| Tratamientos | 5  | 2844,44 | 568,89 | 12,49  | 0,0005** |
| Error        | 10 | 455,56  | 45,56  |        |          |
| Total        | 17 | 3311,11 |        |        |          |
| C.V.         |    |         | 25,32% |        |          |

ns. = no significativo, \*\* = altamente significativo

La Prueba de Tukey (Tabla 13), muestra que los tratamientos T4, T5, T6 y T3 sobresalieron significativamente en el estudio, con la incidencia más baja con 0, 3,33, 6,67 y 6,67% respectivamente a los 10 dda, mientras que el testigo sin aplicar (T1) fue el que obtuvo el mayor porcentaje de incidencia con 36,67% a los 10 dda.

Tabla 13

*Prueba de Tukey al 5% para la comparación de la incidencia en fruto a los 10 dda (%)*

| Tratamientos                                                   | Incidencia    |
|----------------------------------------------------------------|---------------|
|                                                                | ..... % ..... |
| T4: Boscalid + azoxystrobin                                    | 0,00 a        |
| T5: Captan + Tebuconazole                                      | 3,33 ab       |
| T6: <i>Bacillus subtilis</i> a dosis de 400 g ha <sup>-1</sup> | 6,67 ab       |
| T3: Pyrimethanil                                               | 6,67 ab       |
| T2: Sulfato de cobre pentahidratado                            | 20,00 b       |
| T1: Testigo                                                    | 36,67 c       |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey ( $p<0,05$ )

#### 4.1.4 Evaluación de la incidencia de la enfermedad a los 15 días después de la aplicación (dda)

Los resultados en la Tabla 14 y Figura 11 muestra la prueba de normalidad según Shapiro-Wilks de los residuos de la incidencia de *Botrytis cinerea* en fruto a los 15 dda de los tratamientos, indicando que no existe significancia estadística ( $p > 0,05$ ) es así que los datos de la severidad antes de la aplicación tienen una distribución normal, suficiente evidencia para continuar con el análisis de varianza Patel et al. (2001).

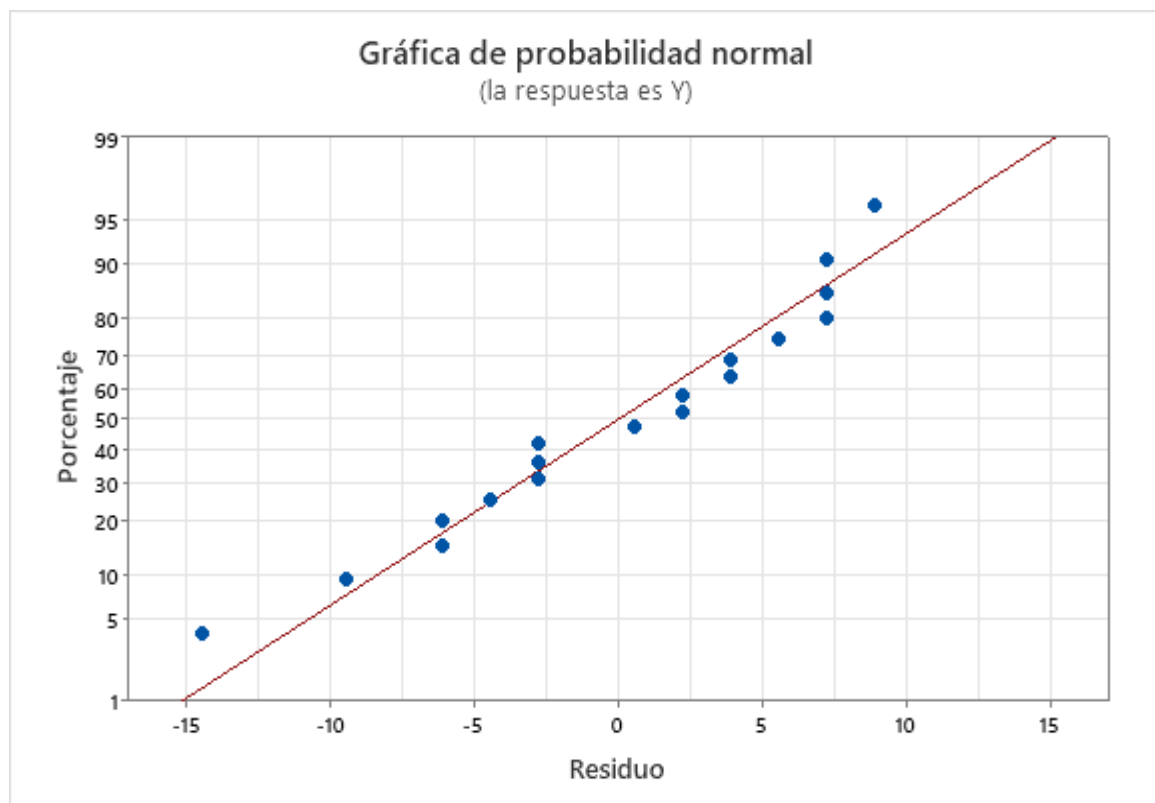
Tabla 14

*Prueba de normalidad para los residuos de la incidencia de Botrytis cinerea en fruto a los 15 dda*

| N  | Desviación estandar | p-valor  |
|----|---------------------|----------|
| 18 | 6,52                | 0,3646ns |

ns. = no significativo

*Figura 11. Gráfico de la normalidad para los residuos de la incidencia de Botrytis cinerea en fruto a los 15 dda*



En la Tabla 15 se muestra el ANOVA de la evaluación de la incidencia de *Botrytis cinerea* en fruto a los 15 dda de los tratamientos, donde no muestra diferencias significativas para bloques ( $p>0,05$ ) y entre tratamientos diferencias altamente significativas ( $p<0,05$ ). Asimismo, el coeficiente de variación fue de 25,32% el cual indica un valor alto que al evaluar enfermedades en campo los datos son aceptables (Patel et al., 2001).

Tabla 15

*Análisis de la varianza para la incidencia en fruto a los 15 dda (%)*

| F.V.         | GL | SC      | CM     | F cal. | p-valor  |
|--------------|----|---------|--------|--------|----------|
| Bloques      | 2  | 11,11   | 5,56   | 0,08   | 0,9265ns |
| Tratamientos | 5  | 3427,78 | 685,56 | 9,49   | 0,0015** |
| Error        | 10 | 722,22  | 72,22  |        |          |
| Total        | 17 | 4161,11 |        |        |          |
| C.V.         |    |         | 29,35% |        |          |

ns. = no significativo, \*\* = altamente significativo

La Prueba de Tukey (Tabla 16), muestra que los tratamientos T6, T4, T5 y T3 sobresalieron significativamente en el estudio, con la incidencia más baja con 3,33, 6,67, 10,00 y 13,33% respectivamente a los 15 dda, mientras que el testigo sin aplicar (T1) fue el que obtuvo el mayor porcentaje de incidencia con 43,33% a los 15 dda.

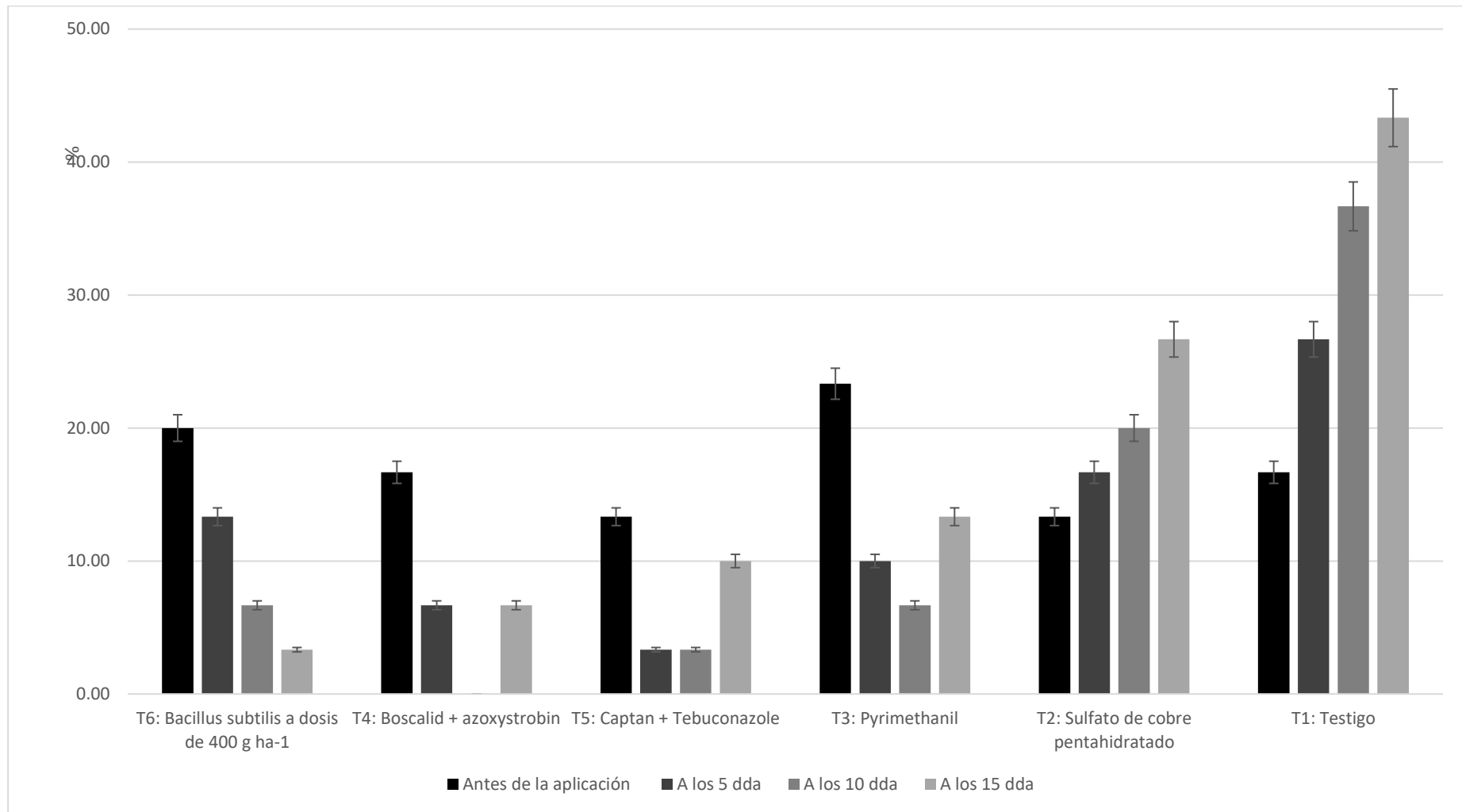
Tabla 16

*Prueba de Tukey al 5% para la comparación de la incidencia en fruto a los 15 dda (%)*

| Tratamientos                                                   | Incidencia    |
|----------------------------------------------------------------|---------------|
|                                                                | ..... % ..... |
| T6: <i>Bacillus subtilis</i> a dosis de 400 g ha <sup>-1</sup> | 3,33 a        |
| T4: Boscalid + azoxystrobin                                    | 6,67 a        |
| T5: Captan + Tebuconazole                                      | 10,00 a       |
| T3: Pyrimethanil                                               | 13,33 a       |
| T2: Sulfato de cobre pentahidratado                            | 26,67 b       |
| T1: Testigo                                                    | 43,33 c       |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey ( $p<0,05$ )

Figura 12. Porcentaje de incidencia de la enfermedad de *Botrytis cinerea* en fresa



## 4.2 Severidad de la enfermedad del moho gris (*Botrytis cinerea*)

### 4.2.1 Evaluación de la severidad de *Botrytis cinerea* antes de la aplicación

Los resultados en la Tabla 17 y Figura 13 muestra la prueba de normalidad según Shapiro-Wilks de los residuos de la severidad de *Botrytis cinerea* en fruto antes de la aplicación de los tratamientos, indicando que no existe significancia estadística ( $p > 0,05$ ) es así que los datos de la severidad antes de la aplicación tienen una distribución normal, suficiente evidencia para continuar con el análisis de varianza Patel et al. (2001).

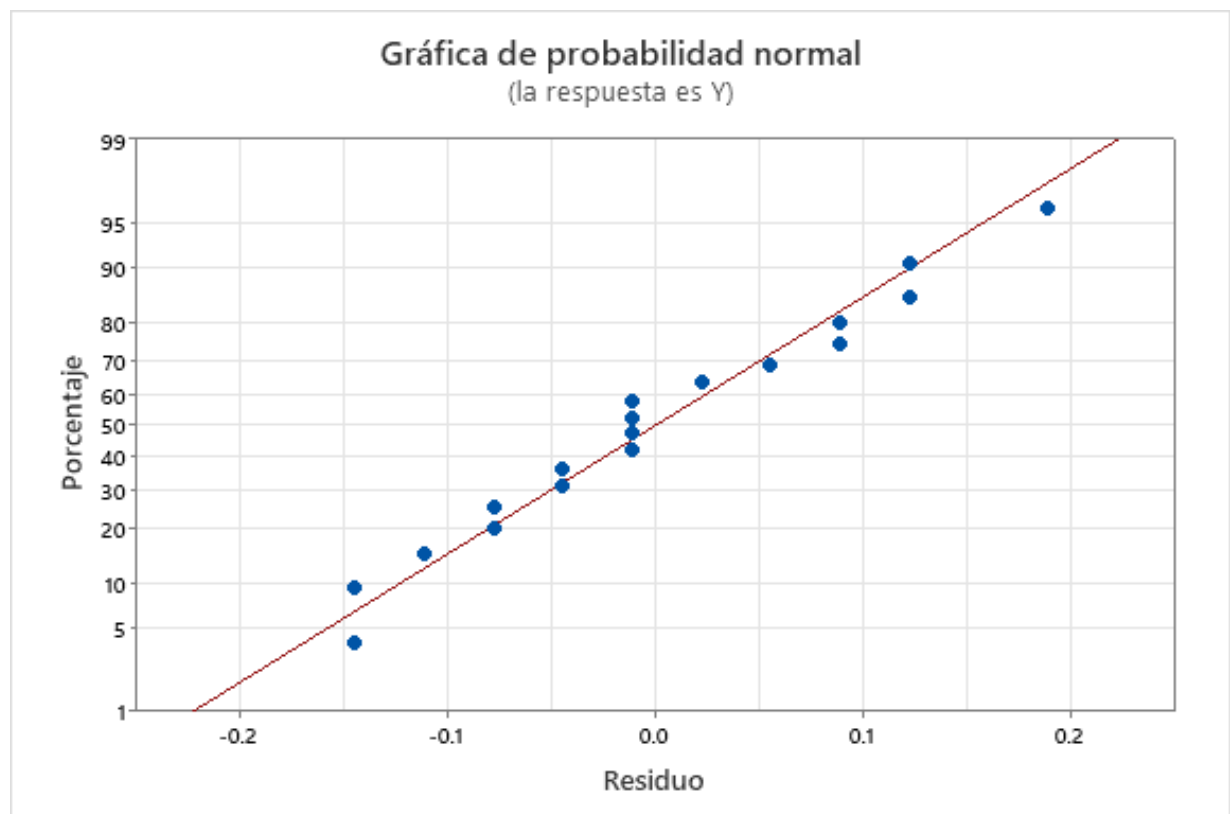
Tabla 17

*Prueba de normalidad para los residuos de la severidad de Botrytis cinerea en fruto antes de la aplicación*

| N  | Desviación estandar | p-valor  |
|----|---------------------|----------|
| 18 | 0,10                | 0,4998ns |

ns. = no significativo

*Figura 13. Gráfico de la normalidad para los residuos de la severidad de Botrytis cinerea en fruto antes de la aplicación*



En la Tabla 18 se muestra el ANOVA de la evaluación de la severidad de *Botrytis cinerea* en fruto antes de la aplicación de los tratamientos, donde no muestra diferencias significativas para bloques y entre tratamientos ( $p>0,05$ ). Asimismo, el coeficiente de variación fue de 9,93% el cual indica que en condiciones de campo los datos son aceptables (Patel et al., 2001).

Tabla 18

*Análisis de la varianza para la severidad en fruto antes de la aplicación*

| F.V.         | GL | SC   | CM   | F cal. | p-valor  |
|--------------|----|------|------|--------|----------|
| Bloques      | 2  | 0,03 | 0,02 | 1,00   | 0,4019ns |
| Tratamientos | 5  | 0,04 | 0,01 | 0,49   | 0,7798ns |
| Error        | 10 | 0,16 | 0,02 |        |          |
| Total        | 17 | 0,22 |      |        |          |
| C.V.         |    |      |      | 9,93%  |          |

ns. = no significativo, \*\* = altamente significativo

La Prueba de Tukey (Tabla 19), muestra que los tratamientos no son diferentes significativamente, muestran un rango de escalas de 1,2 a 1,33.

Tabla 19

*Prueba de Tukey al 5% para la comparación de los tratamientos de la severidad en fruto antes de la aplicación*

| Tratamientos                                                   | Severidad   |
|----------------------------------------------------------------|-------------|
|                                                                | .....μ..... |
| T4: Boscalid + azoxystrobin                                    | 1,33 a      |
| T5: Captan + Tebuconazole                                      | 1,27 a      |
| T2: Sulfato de cobre pentahidratado                            | 1,27 a      |
| T1: Testigo                                                    | 1,27 a      |
| T6: <i>Bacillus subtilis</i> a dosis de 400 g ha <sup>-1</sup> | 1,20 a      |
| T3: Pyrimethanil                                               | 1,20        |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey ( $p<0,05$ )

#### 4.2.2 Evaluación de la severidad de *Botrytis cinerea* a los 5 días después de la aplicación (dda)

Los resultados en la Tabla 20 y Figura 14 muestra la prueba de normalidad según Shapiro-Wilks de los residuos de la severidad de *Botrytis cinerea* en fruto a los 5 dda de los tratamientos, indicando que no existe significancia estadística ( $p > 0,05$ ) es así que los datos de la severidad antes de la aplicación tienen una distribución normal, suficiente evidencia para continuar con el análisis de varianza Patel et al. (2001).

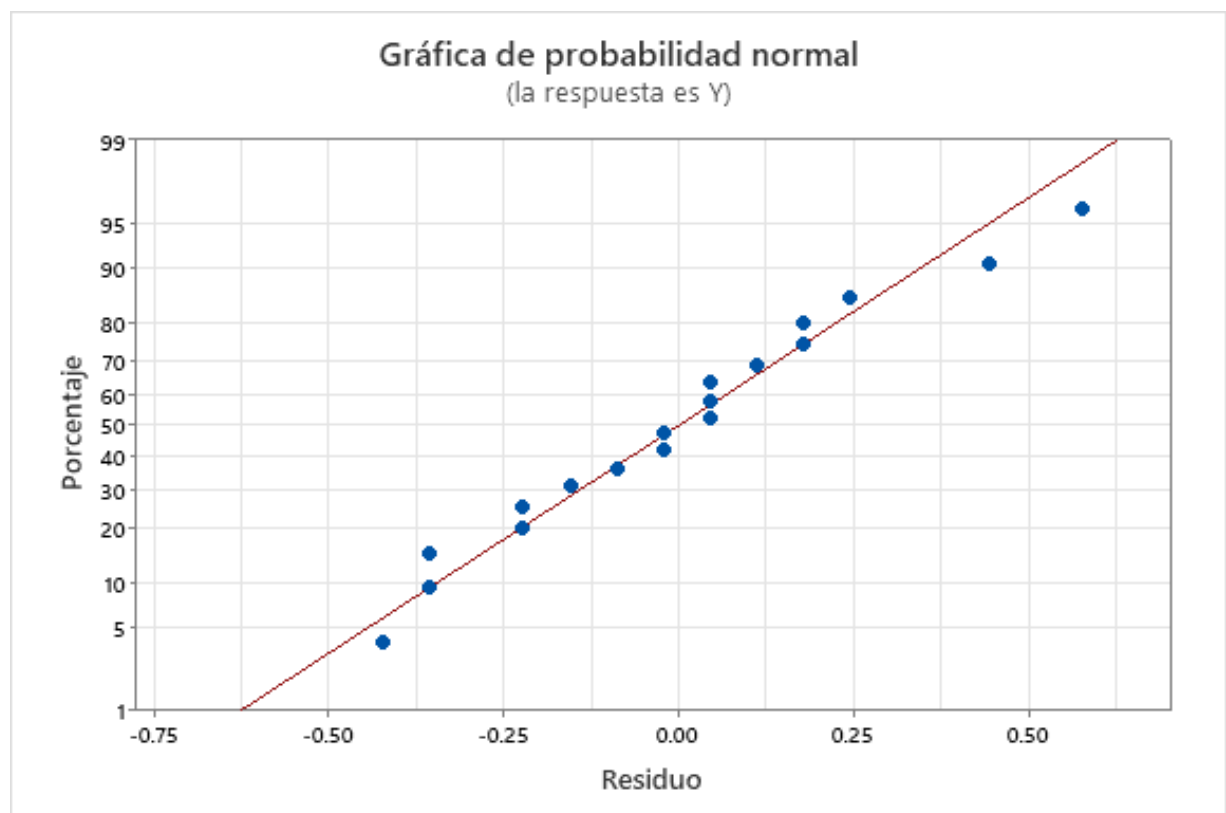
Tabla 20

*Prueba de normalidad para los residuos de la severidad de Botrytis cinerea en fruto a los 5 dda*

| N  | Desviación estandar | p-valor  |
|----|---------------------|----------|
| 18 | 0,27                | 0,6993ns |

ns. = no significativo

*Figura 14. Gráfico de la normalidad para los residuos de la severidad de Botrytis cinerea en fruto a los 5 dda*



En la Tabla 21 se muestra el ANOVA de la evaluación de la severidad de *Botrytis cinerea* en fruto a los 5 dda de los tratamientos, donde no muestra diferencias significativas para bloques ( $p>0,05$ ) y entre tratamientos diferencias altamente significativas ( $p<0,05$ ). Asimismo, el coeficiente de variación fue de 28,56% el cual indica un valor alto que al evaluar enfermedades en campo los datos son aceptables (Patel et al., 2001).

Tabla 21

*Análisis de la varianza para la severidad en fruto a los 5 dda (%)*

| F.V.         | GL | SC   | CM   | F cal. | p-valor  |
|--------------|----|------|------|--------|----------|
| Bloques      | 2  | 0,12 | 0,06 | 0,50   | 0,6189ns |
| Tratamientos | 5  | 8,39 | 1,68 | 13,58  | 0,0003** |
| Error        | 10 | 1,24 | 0,12 |        |          |
| Total        | 17 | 9,75 |      |        |          |
| C.V.         |    |      |      | 25,95% |          |

ns. = no significativo, \*\* = altamente significativo

La Prueba de Tukey (Tabla 22), muestra que los tratamientos T5, T4 y T3 sobresalieron significativamente en el estudio, con la severidad más baja con 3,33, 6,67 y 10% respectivamente, mientras que el testigo sin aplicar (T1) fue el que obtuvo mayor severidad con 26,67%.

Tabla 22

*Prueba de Tukey al 5% para la comparación de severidad en fruto a los 5 dda (%)*

| Tratamientos                                                   | Severidad     |
|----------------------------------------------------------------|---------------|
|                                                                | ..... % ..... |
| T5: Captan + Tebuconazole                                      | 0,07 a        |
| T4: Boscalid + azoxystrobin                                    | 0,13 ab       |
| T3: Pyrimethanil                                               | 1,07 bc       |
| T6: <i>Bacillus subtilis</i> a dosis de 400 g ha <sup>-1</sup> | 1,13 c        |
| T2: Sulfato de cobre pentahidratado                            | 1,53 c        |
| T1: Testigo                                                    | 1,93 c        |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey ( $p<0,05$ )

#### 4.2.3 Evaluación de la severidad de *Botrytis cinerea* a los 10 días después de la aplicación (dda)

Los resultados en la Tabla 26 y Figura 16 muestra la prueba de normalidad según Shapiro-Wilks de los residuos de la severidad de *Botrytis cinerea* en fruto a los 10 dda de los tratamientos, indicando que no existe significancia estadística ( $p > 0,05$ ) es así que los datos de la severidad antes de la aplicación tienen una distribución normal, suficiente evidencia para continuar con el ANOVA según Patel et al. (2001).

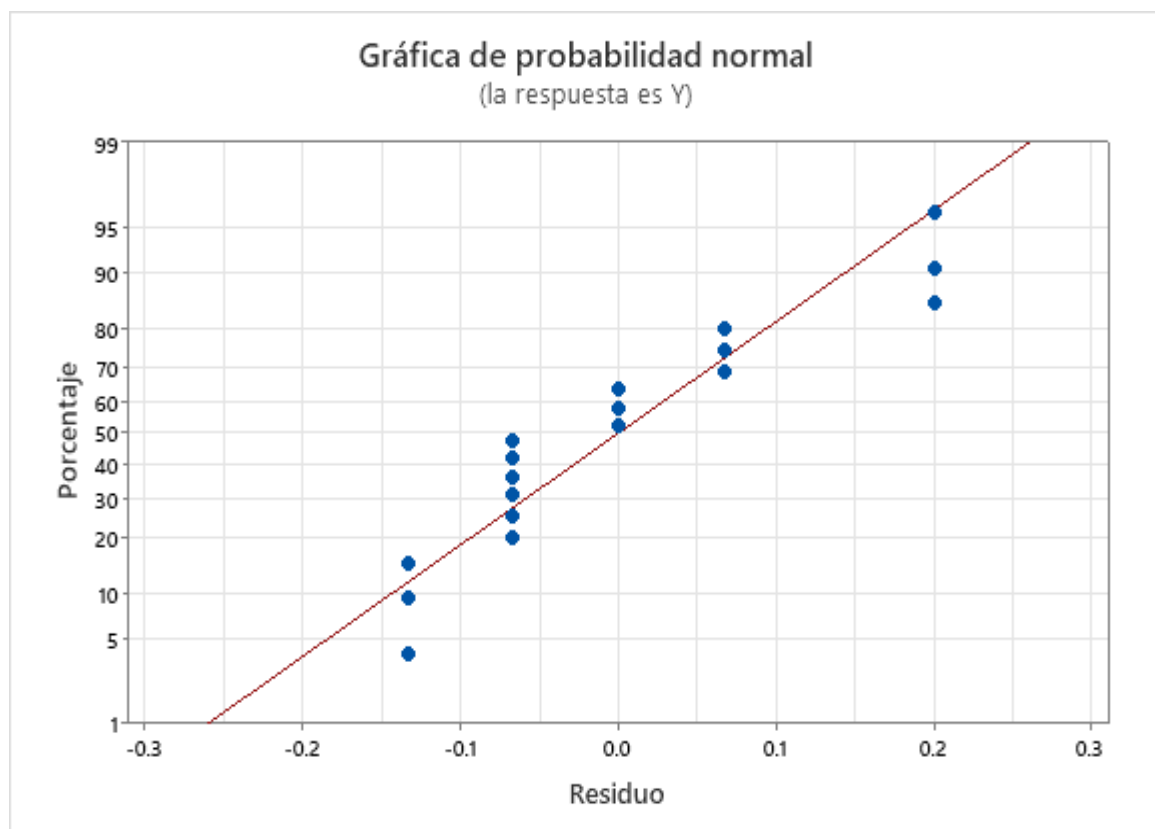
Tabla 26

*Prueba de normalidad para los residuos de la severidad de Botrytis cinerea en fruto a los 10 dda*

| N  | Desviación estandar | p-valor  |
|----|---------------------|----------|
| 18 | 0,11                | 0,0611ns |

ns. = no significativo

*Figura 16. Gráfico de la normalidad para los residuos de la severidad de Botrytis cinerea en fruto a los 10 dda*



En la Tabla 27 se muestra el ANOVA de la evaluación de la severidad de *Botrytis cinerea* en fruto a los 10 dda de los tratamientos, donde no muestra diferencias significativas para bloques ( $p>0,05$ ) y entre tratamientos diferencias altamente significativas ( $p<0,05$ ). Asimismo, el coeficiente de variación fue de 14,13% el cual indica un valor aceptable en condiciones de campo (Patel et al., 2001).

Tabla 27

*Análisis de la varianza para la severidad en fruto a los 10 dda (%)*

| F.V.         | GL | SC    | CM   | F cal. | p-valor  |
|--------------|----|-------|------|--------|----------|
| Bloques      | 2  | 0,05  | 0,03 | 1,25   | 0,3277ns |
| Tratamientos | 5  | 15,99 | 3,20 | 149,94 | 0,0001** |
| Error        | 10 | 0,21  | 0,02 |        |          |
| Total        | 17 | 16,26 |      |        |          |
| C.V.         |    |       |      | 14,13% |          |

ns. = no significativo, \*\* = altamente significativo

La Prueba de Tukey (Tabla 28), muestra que los tratamientos T5 y T4 sobresalieron significativamente en el estudio, con la severidad más baja obteniendo una escala de 0 y 0,07 lo cual se clasifica sin área afectada por el moho gris en fruto, seguido por el T6 (*Bacillus subtilis* a dosis de 400 g ha<sup>-1</sup>) con 0,67 de severidad que califica con un 0 a 20% de área afectada por el moho gris en el fruto, mientras que el testigo sin aplicar (T1) fue el que obtuvo mayor severidad con 2,53 el cual se califica con 41 a 60% de área afectada por el moho gris en el fruto de fresa.

Tabla 28

*Prueba de Tukey al 5% para la comparación de severidad en fruto a los 10 dda (%)*

| Tratamientos                                                   | Severidad     |
|----------------------------------------------------------------|---------------|
|                                                                | ..... % ..... |
| T5: Captan + Tebuconazole                                      | 0,00 a        |
| T4: Boscalid + azoxystrobin                                    | 0,07 a        |
| T6: <i>Bacillus subtilis</i> a dosis de 400 g ha <sup>-1</sup> | 0,67 b        |
| T3: Pyrimethanil                                               | 0,93 b        |
| T2: Sulfato de cobre pentahidratado                            | 2,00 c        |
| T1: Testigo                                                    | 2,53 d        |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey ( $p<0,05$ )

#### 4.2.4 Evaluación de la severidad de *Botrytis cinerea* a los 15 días después de la aplicación (dda)

Los resultados en la Tabla 29 y Figura 17 muestra la prueba de normalidad según Shapiro-Wilks de los residuos de la severidad de *Botrytis cinerea* en fruto a los 15 dda de los tratamientos, indicando que no existe significancia estadística ( $p > 0,05$ ) es así que los datos de la severidad antes de la aplicación tienen una distribución normal, suficiente evidencia para continuar con el ANOVA según Patel et al. (2001).

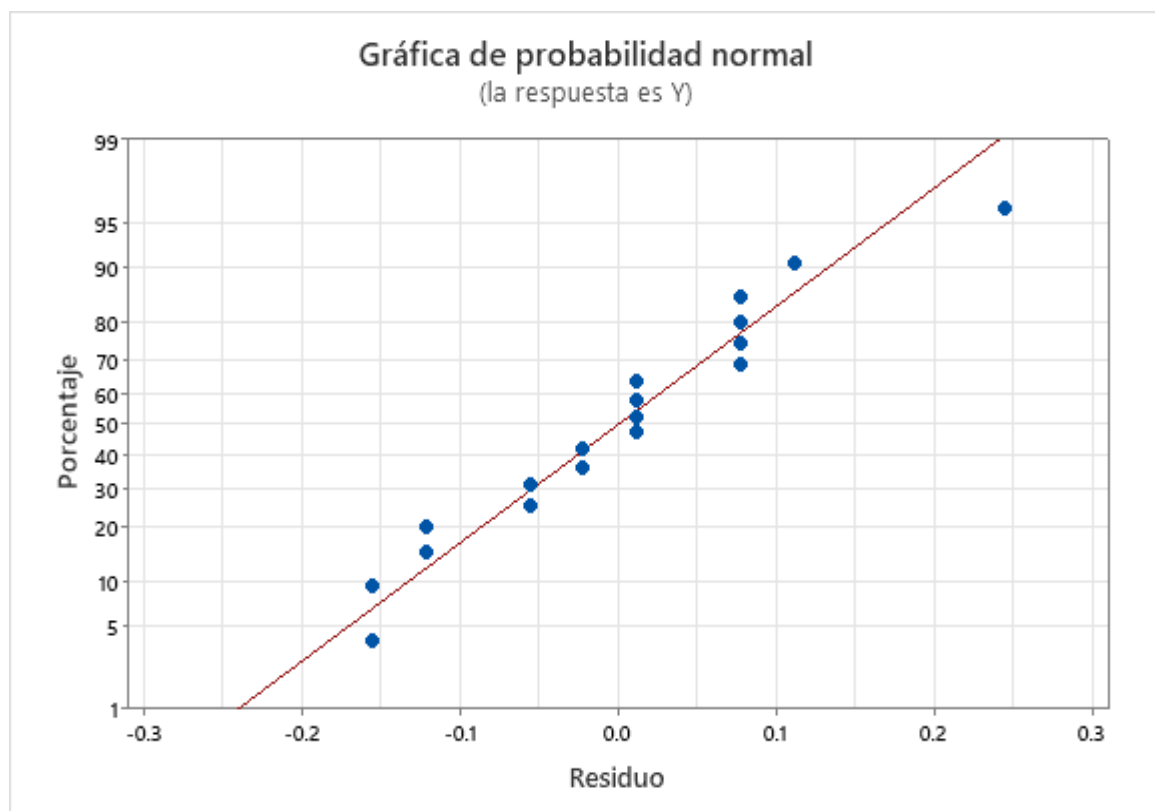
Tabla 29

*Prueba de normalidad para los residuos de la severidad de Botrytis cinerea en fruto a los 15 dda*

| N  | Desviación estandar | p-valor  |
|----|---------------------|----------|
| 18 | 0,10                | 0,4989ns |

ns. = no significativo

*Figura 17. Gráfico de la normalidad para los residuos de la severidad de Botrytis cinerea en fruto a los 15 dda*



En la Tabla 30 se muestra el ANOVA de la evaluación de la severidad de *Botrytis cinerea* en fruto a los 15 dda de los tratamientos, donde no muestra diferencias significativas para bloques ( $p>0,05$ ) y entre tratamientos diferencias altamente significativas ( $p<0,05$ ). Asimismo, el coeficiente de variación fue de 9,8% el cual indica un valor aceptable en condiciones de campo (Patel et al., 2001).

Tabla 30

*Análisis de la varianza para la severidad en fruto a los 15 dda (%)*

| F.V.         | GL | SC    | CM   | F cal. | p-valor  |
|--------------|----|-------|------|--------|----------|
| Bloques      | 2  | 0,19  | 0,10 | 5,24   | 0,0277ns |
| Tratamientos | 5  | 24,66 | 4,93 | 279,63 | 0,0001** |
| Error        | 10 | 0,18  | 0,02 |        |          |
| Total        | 17 | 25,03 |      |        |          |
| C.V.         |    |       |      | 9,80%  |          |

ns. = no significativo, \*\* = altamente significativo

La Prueba de Tukey (Tabla 31), muestra que los tratamientos T6 (*Bacillus subtilis* a dosis de  $400 \text{ g ha}^{-1}$ ), T5 y T4 sobresalieron significativamente en el estudio, con la severidad más baja obteniendo una escala de 0,27, 0,33 y 0,60 lo cual se clasifica con menos de 20% área afectada por el moho gris en fruto, mientras que el testigo sin aplicar (T1) fue el que obtuvo mayor severidad con 3,47 el cual se califica con 41 a 60% de área afectada por el moho gris en el fruto.

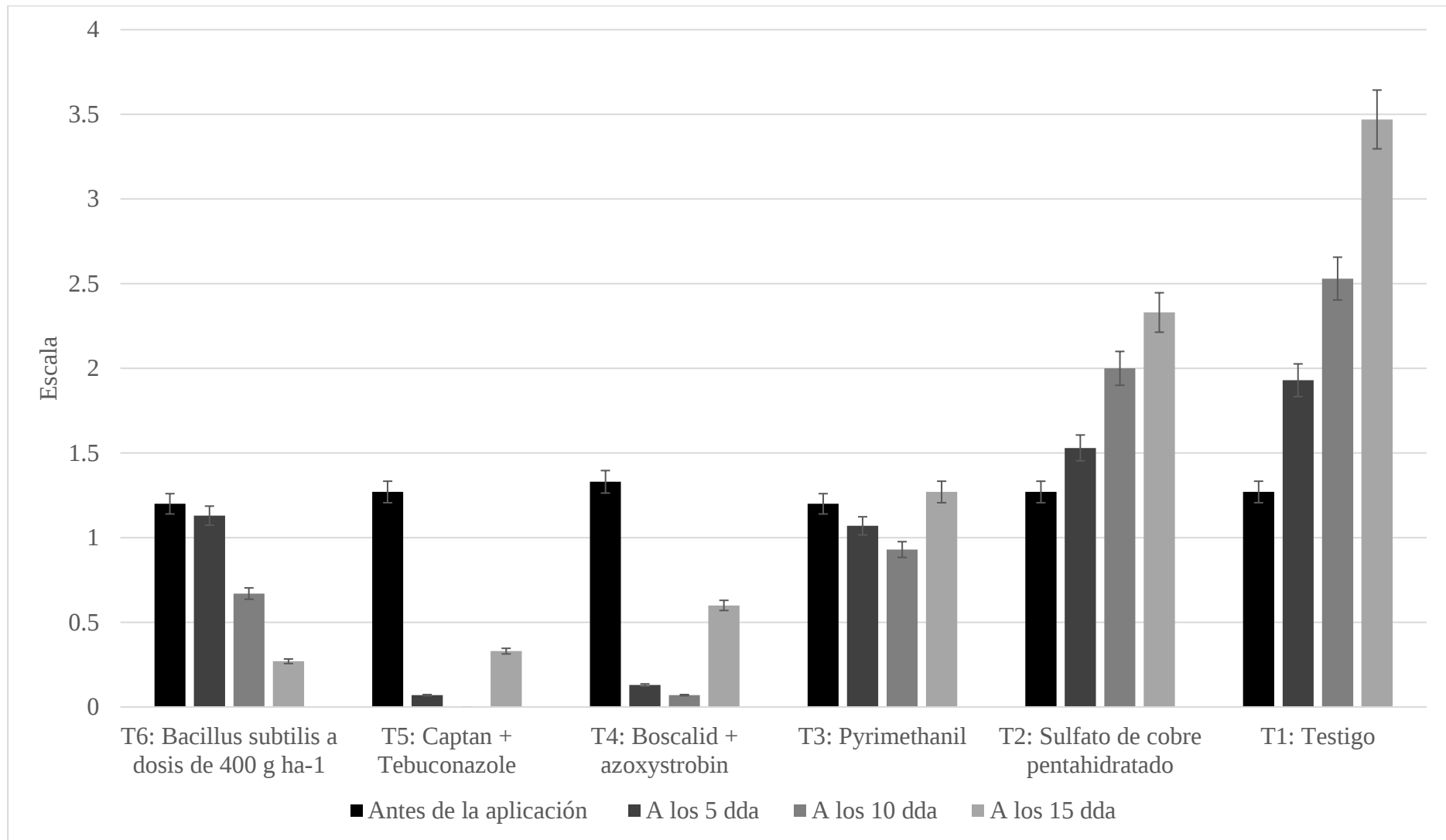
Tabla 31

*Prueba de Tukey al 5% para la comparación de severidad en fruto a los 15 dda (%)*

| Tratamientos                                                    | Severidad     |
|-----------------------------------------------------------------|---------------|
|                                                                 | ..... % ..... |
| T6: <i>Bacillus subtilis</i> a dosis de $400 \text{ g ha}^{-1}$ | 0,27 a        |
| T5: Captan + Tebuconazole                                       | 0,33 a        |
| T4: Boscalid + azoxystrobin                                     | 0,60 a        |
| T3: Pyrimethanil                                                | 1,27 b        |
| T2: Sulfato de cobre pentahidratado                             | 2,33 c        |
| T1: Testigo                                                     | 3,47 d        |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey ( $p<0,05$ )

Figura 18. Porcentaje de severidad de la enfermedad de *Botrytis cinerea* en fresa



### 4.3 Eficiencia de control de *Botrytis cinerea* en fresa

#### 4.3.1 Eficiencia de control de *Botrytis cinerea* a los 5 días después de la aplicación

Los resultados en la Tabla 32 y Figura 19 muestra la prueba de normalidad según Shapiro-Wilks de los residuos de la severidad de *Botrytis cinerea* en fruto a los 5 dda de los tratamientos, indicando que no existe significancia estadística ( $p > 0,05$ ) es así que los datos de la severidad antes de la aplicación tienen una distribución normal, suficiente evidencia para continuar con el ANOVA según Patel et al. (2001).

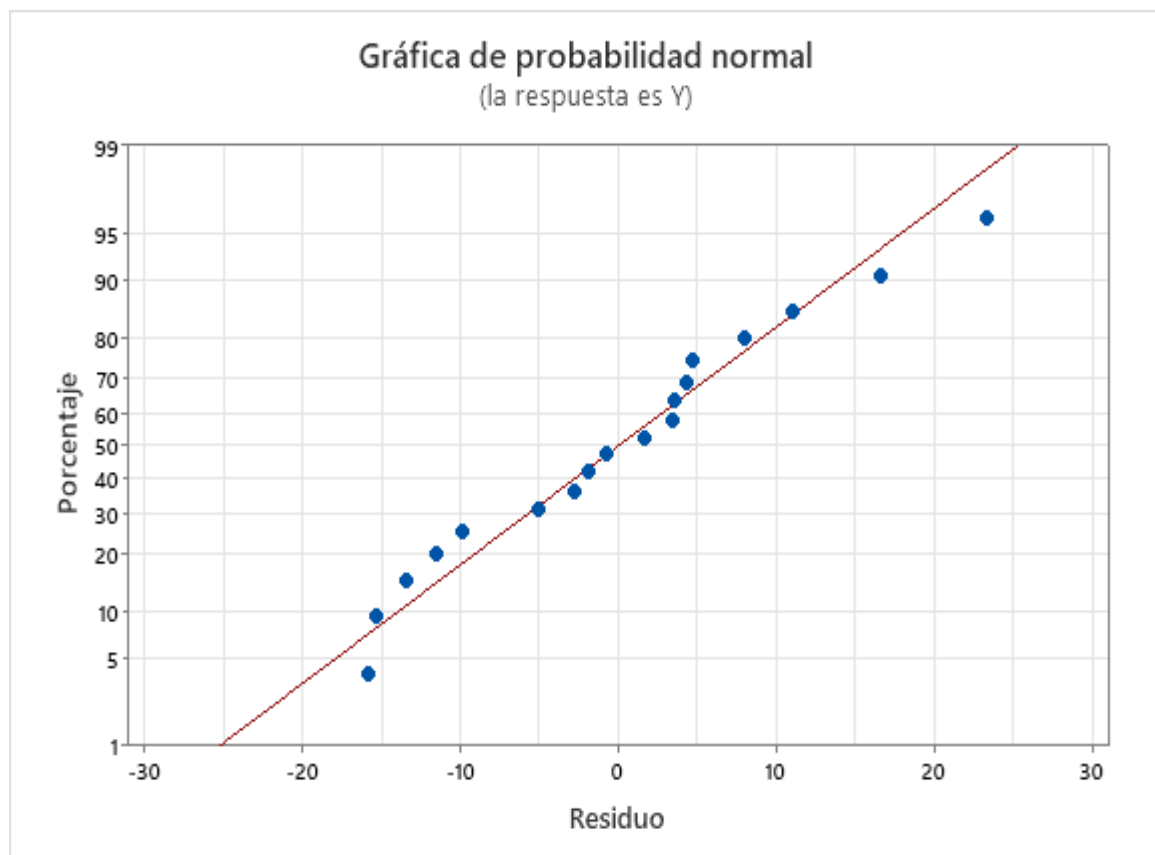
Tabla 32

*Prueba de normalidad para los residuos de la eficiencia de control de Botrytis cinerea en fruto a los 5 dda*

| N  | Desviación estandar | p-valor  |
|----|---------------------|----------|
| 18 | 10,88               | 0,5854ns |

ns. = no significativo

*Figura 19. Gráfico de la normalidad para los residuos de la eficiencia de control de Botrytis cinerea en fruto a los 5 dda*



En la Tabla 33 se muestra el ANOVA de la eficiencia de control de *Botrytis cinerea* en fruto a los 5 dda de los tratamientos, donde no muestra diferencias significativas para bloques ( $p>0,05$ ) y entre tratamientos diferencias altamente significativas ( $p<0,05$ ). Asimismo, el coeficiente de variación fue de 9,8% el cual indica un valor aceptable en condiciones de campo (Patel et al., 2001).

Tabla 33

*Análisis de la varianza para la eficiencia de control a los 5 dda (%)*

| F.V.         | GL | SC       | CM      | F cal. | p-valor  |
|--------------|----|----------|---------|--------|----------|
| Bloques      | 2  | 3529,49  | 1764,74 | 8,78   | 0,0630ns |
| Tratamientos | 5  | 19432,90 | 3886,58 | 19,33  | 0,0001** |
| Error        | 10 | 2010,89  | 201,09  |        |          |
| Total        | 17 | 24973,29 |         |        |          |
| C.V.         |    |          | 28,83%  |        |          |

ns. = no significativo, \*\* = altamente significativo

La Prueba de Tukey (Tabla 34), muestra que los tratamientos T5 y T4 sobresalieron significativamente en el estudio, con la eficiencia de control del moho gris más alta con 96,43 y 92,11%.

Tabla 34

*Prueba de Tukey al 5% para la comparación de eficiencia de control a los 5 dda (%)*

| Tratamientos                                                   | Eficiencia    |
|----------------------------------------------------------------|---------------|
|                                                                | ..... % ..... |
| T5: Captan + Tebuconazole                                      | 96,43 a       |
| T4: Boscalid + azoxystrobin                                    | 92,11 a       |
| T3: Pyrimethanil                                               | 39,54 b       |
| T6: <i>Bacillus subtilis</i> a dosis de 400 g ha <sup>-1</sup> | 32,25 b       |
| T2: Sulfato de cobre pentahidratado                            | 18,96 b       |
| T1: Testigo                                                    | 15,87 b       |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey ( $p<0,05$ )

#### 4.3.2 Eficiencia de control de *Botrytis cinerea* a los 10 días después de la aplicación

Los resultados en la Tabla 35 y Figura 20 muestra la prueba de normalidad según Shapiro-Wilks de los residuos de la severidad de *Botrytis cinerea* en fruto a los 5 dda de los tratamientos, indicando que no existe significancia estadística ( $p > 0,05$ ) es así que los datos de la severidad antes de la aplicación tienen una distribución normal, suficiente evidencia para continuar con el ANOVA según Patel et al. (2001).

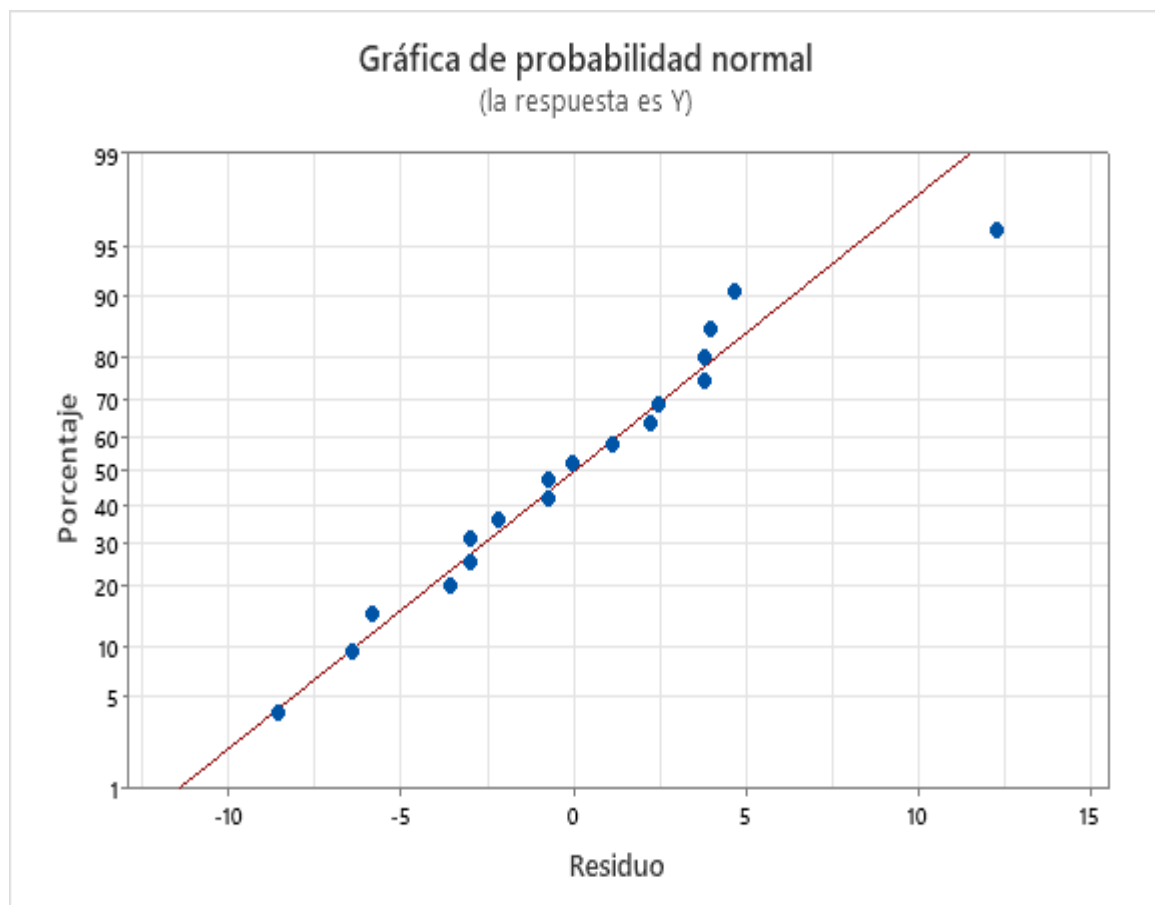
Tabla 35

*Prueba de normalidad para los residuos de la eficiencia de control de Botrytis cinerea en fruto a los 10 dda*

| N  | Desviación estandar | p-valor  |
|----|---------------------|----------|
| 18 | 4,93                | 0,8781ns |

ns. = no significativo

Figura 20. Gráfico de la normalidad para los residuos de la eficiencia de control de *Botrytis cinerea* en fruto a los 10 dda



En la Tabla 36 se muestra el ANOVA de la eficiencia de control de *Botrytis cinerea* en fruto a los 10 dda de los tratamientos, donde no muestra diferencias significativas para bloques ( $p>0,05$ ) y entre tratamientos diferencias altamente significativas ( $p<0,05$ ). Asimismo, el coeficiente de variación fue de 10,99% el cual indica un valor aceptable en condiciones de campo (Patel et al., 2001).

Tabla 36

*Análisis de la varianza para la eficiencia de control a los 10 dda (%)*

| F.V.         | GL | SC       | CM      | F cal. | p-valor  |
|--------------|----|----------|---------|--------|----------|
| Bloques      | 2  | 143,98   | 71,99   | 1,74   | 0,2243ns |
| Tratamientos | 5  | 24812,82 | 4962,56 | 120,11 | 0,0001** |
| Error        | 10 | 413,18   | 41,32   |        |          |
| Total        | 17 | 25369,98 |         |        |          |
| C.V.         |    |          | 10,99%  |        |          |

ns. = no significativo, \*\* = altamente significativo

La Prueba de Tukey (Tabla 37), muestra que los tratamientos T5 y T4 sobresalieron significativamente en el estudio, con la eficiencia de control del moho gris más alta con 100 y 97,01%, seguido por el T6 (*Bacillus subtilis* a dosis de 400 g ha<sup>-1</sup>) con 72,22% de eficiencia de control de la *Botrytis cinerea* a los 10 dda.

Tabla 37

*Prueba de Tukey al 5% para la comparación de eficiencia de control a los 10 dda (%)*

| Tratamientos                                                   | Eficiencia    |
|----------------------------------------------------------------|---------------|
|                                                                | ..... % ..... |
| T5: Captan + Tebuconazole                                      | 100,00 a      |
| T4: Boscalid + azoxystrobin                                    | 97,01 a       |
| T6: <i>Bacillus subtilis</i> a dosis de 400 g ha <sup>-1</sup> | 72,22 b       |
| T3: Pyrimethanil                                               | 61,20 b       |
| T2: Sulfato de cobre pentahidratado                            | 20,45 c       |
| T1: Testigo                                                    | 0,00 d        |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey ( $p<0,05$ )

#### 4.3.3 Eficiencia de control de *Botrytis cinerea* a los 15 días después de la aplicación

Los resultados en la Tabla 38 y Figura 21 muestra la prueba de normalidad según Shapiro-Wilks de los residuos de la severidad de *Botrytis cinerea* en fruto a los 5 dda de los tratamientos, indicando que no existe significancia estadística ( $p > 0,05$ ) es así que los datos de la severidad antes de la aplicación tienen una distribución normal, suficiente evidencia para continuar con el ANOVA según Patel et al. (2001).

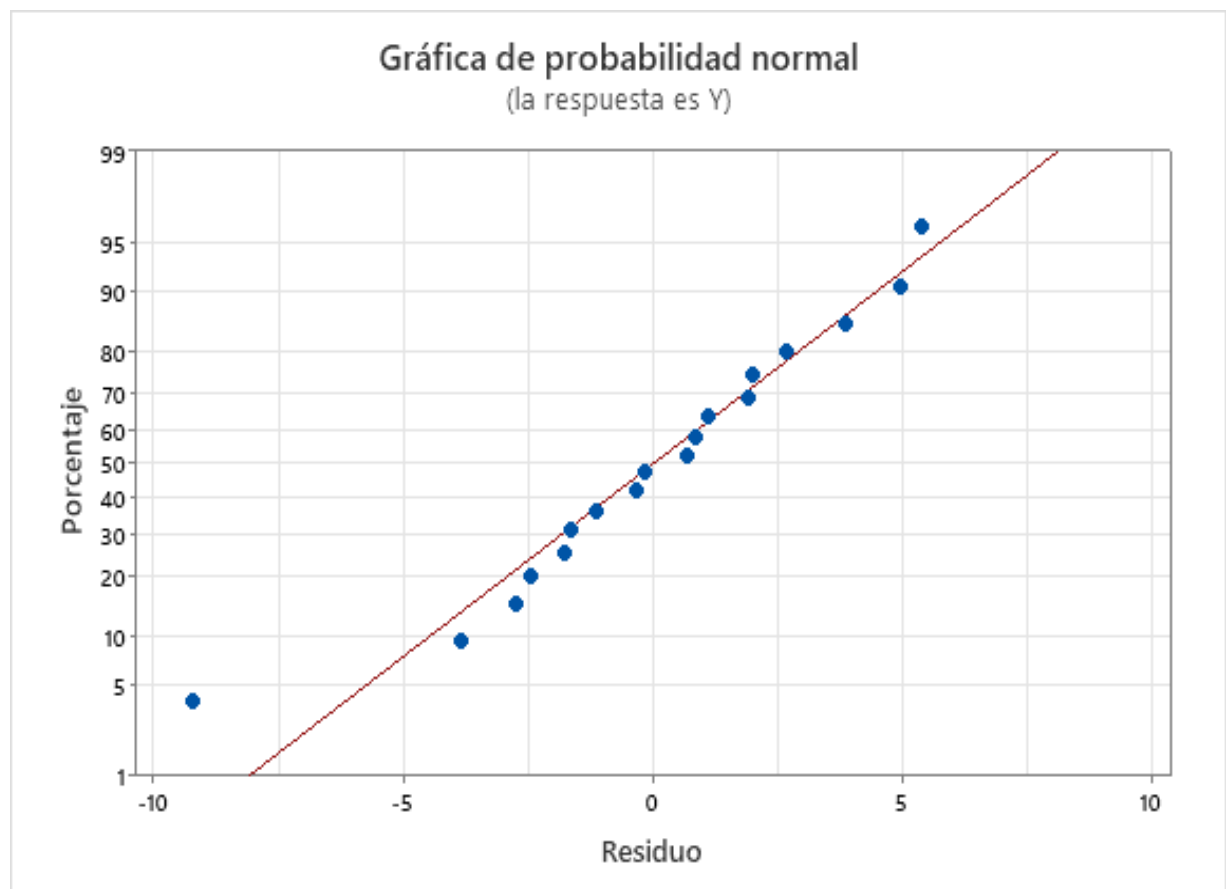
Tabla 38

*Prueba de normalidad para los residuos de la eficiencia de control de Botrytis cinerea en fruto a los 15 dda*

| N  | Desviación estandar | p-valor  |
|----|---------------------|----------|
| 18 | 3,49                | 0,7293ns |

ns. = no significativo

Figura 21. Gráfico de la normalidad para los residuos de la eficiencia de control de *Botrytis cinerea* en fruto a los 15 dda



En la Tabla 39 se muestra el ANOVA de la eficiencia de control de *Botrytis cinerea* en fruto a los 15 dda de los tratamientos, donde no muestra diferencias significativas para bloques ( $p>0,05$ ) y entre tratamientos diferencias altamente significativas ( $p<0,05$ ). Asimismo, el coeficiente de variación fue de 7,61% el cual indica un valor aceptable en condiciones de campo (Patel et al., 2001).

Tabla 39

*Análisis de la varianza para la eficiencia de control a los 15 dda (%)*

| F.V.         | GL | SC       | CM      | F cal. | p-valor  |
|--------------|----|----------|---------|--------|----------|
| Bloques      | 2  | 244,31   | 122,16  | 5,91   | 0,2020*  |
| Tratamientos | 5  | 20558,92 | 4111,78 | 199,00 | 0,0001** |
| Error        | 10 | 206,62   | 20,66   |        |          |
| Total        | 17 | 21009,85 |         |        |          |
| C.V.         |    |          | 7,61%   |        |          |

ns. = no significativo, \*\* = altamente significativo

La Prueba de Tukey (Tabla 40), muestra que los tratamientos T6 (*Bacillus subtilis* a dosis de 400 g ha<sup>-1</sup>), T5 y T4 sobresalieron significativamente en el estudio, con la eficiencia de control del moho gris más alta con 91,59, 90,13 y 83,55%.

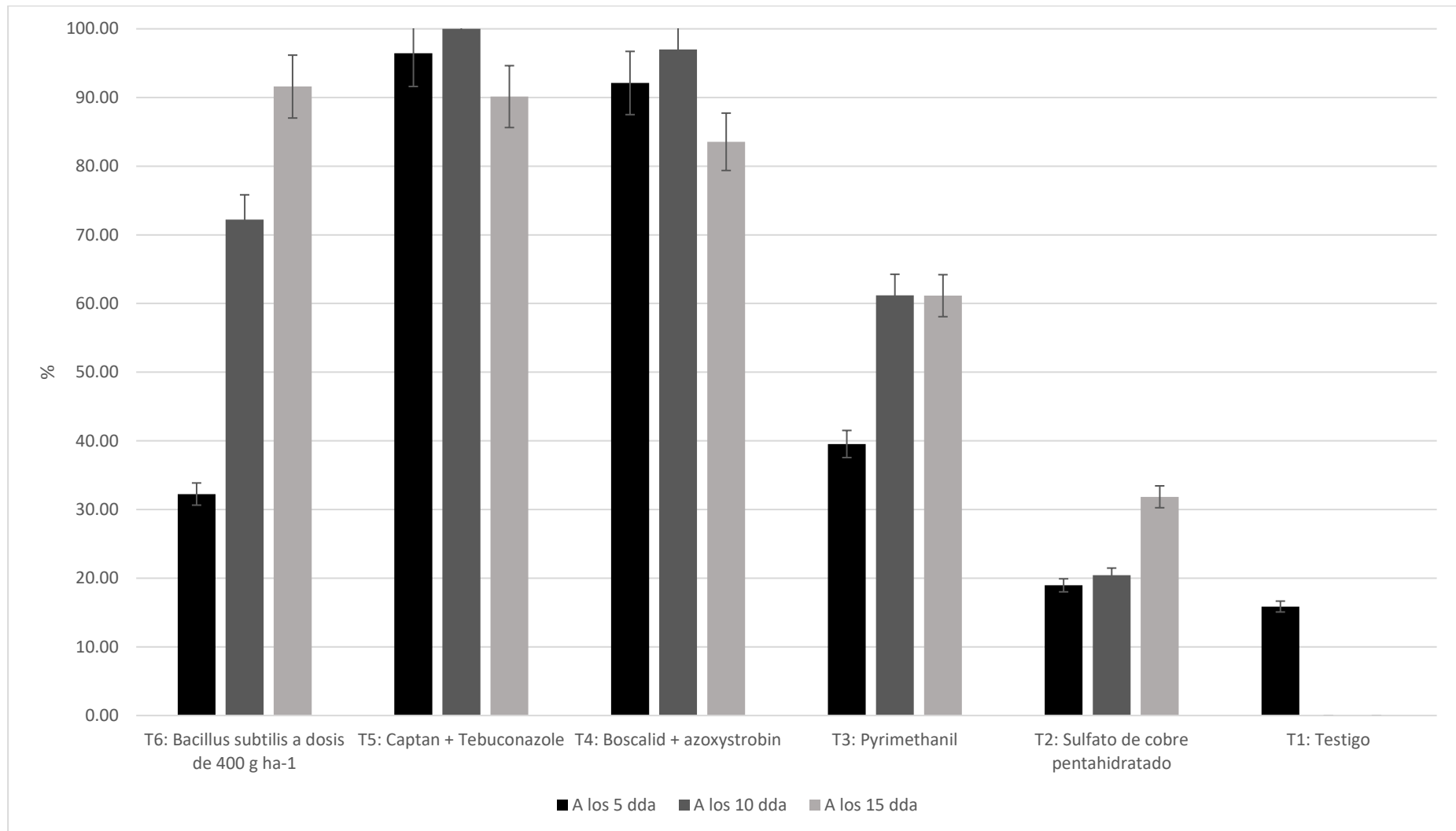
Tabla 40

*Prueba de Tukey al 5% para la comparación de eficiencia de control a los 15 dda (%)*

| Tratamientos                                                   | Eficiencia    |
|----------------------------------------------------------------|---------------|
|                                                                | ..... % ..... |
| T6: <i>Bacillus subtilis</i> a dosis de 400 g ha <sup>-1</sup> | 91,59 a       |
| T5: Captan + Tebuconazole                                      | 90,13 a       |
| T4: Boscalid + azoxystrobin                                    | 83,55 a       |
| T3: Pyrimethanil                                               | 61,14 b       |
| T2: Sulfato de cobre pentahidratado                            | 31,85 c       |
| T1: Testigo                                                    | 0,00 d        |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey ( $p<0,05$ )

Figura 22. Porcentaje de eficiencia de control de la enfermedad de *Botrytis cinerea* en fresa



## CAPÍTULO V. DISCUSION

Los resultados obtenidos en esta investigación han demostrado que la aplicación de *Bacillus subtilis* a dosis de 400 g ha<sup>-1</sup> logró alcanzar significativamente en las respuestas de la incidencia y severidad de la enfermedad de *Botrytis cinerea* en frutos a los 5, 10 y días después de la aplicación, llegando a producir un alto porcentaje de eficiencia de control de la enfermedad de *Botrytis cinerea* en fresa bajo condiciones de Huaura.

De acuerdo al primer objetivo planteado en nuestra investigación, los resultados para el porcentaje de incidencia de *Botrytis cinerea* en frutos de fresa demostraron que antes de aplicar los tratamientos todos fueron estadísticamente iguales entre sí, y a los 5 días después de la aplicación comienzan a mostrar diferencias significativas entre los tratamientos, reportando que las aplicaciones de los fungicidas químicos obtuvieron menor incidencia de la enfermedad, significativamente menor al *Bacillus subtilis*. Este resultado es confirmado por Orozco-Mosqueda et al. (2023) quienes indican que al ser aplicado de forma foliar, protege a la planta e impide que los conidios germinen, antes de que se adherían al tejido vegetal de *B. cinerea* siendo mecanismos antifúngica, sin embargo, requiere de unos días para que se fijen y produzcan su efecto antagónico.

Mientras que a los 5 y 10 días los fungicidas químicos con ingredientes activos combinados como Boscalid + azoxystrobin y Captan + Tebuconazole reducen significativamente la incidencia de la enfermedad, mientras que la aplicación de *Bacillus subtilis*, aumenta su respuesta, llegando a reducir la incidencia de la enfermedad estadísticamente menor a los fungicidas Pyrimethanil y Sulfato de cobre pentahidratado. Mientras que las respuestas de estos fungicidas químicos y del *Bacillus subtilis* a los 15 dda, se logra observar un pequeño incremento en la incidencia, en cambio *Bacillus subtilis* a dosis de 400 g ha<sup>-1</sup> logró alcanzar el menor porcentaje de incidencia de la enfermedad, estadísticamente similar a los fungicidas Boscalid + azoxystrobin y Captan + Tebuconazole, esto indica que la efecto residual de los fungicidas se va reduciendo por lo que es necesario aplicar nuevamente los fungicidas químicos, de lo contrario nuevamente la *Botrytis cinerea* afecta drásticamente a la planta, en cambio con la aplicación de *Bacillus subtilis* ocurre lo contrario aumenta su efecto logrando a reducir la incidencia de la enfermedad. Los resultados se aproximan a lo encontrado por Figueroa (2022) quien a aplicar *Bacillus subtilis* redujeron significativamente la incidencia de 52,09% de incidencia, superando estadísticamente superior al testigo. Además, con los microorganismos produjeron un aumento en el peso del fruto.

Según el segundo objetivo planteado en nuestra investigación, la severidad de la enfermedad *Botrytis cinerea* en frutos de fresa los resultados demostraron que la severidad aumenta a medida que pasa el tiempo, tal como se observa en el testigo sin aplicar, en donde antes de la aplicación presenta un área de 20% de área foliar afectada y a los 15 días después de la aplicación la severidad aumento significativamente hasta llegar hasta la escala 3 el cual califica con hasta 60% de área foliar afectado por el *Botrytis cinerea* en frutos de fresa en Huaura.

Mientras que al aplicar los fungicidas químicos produce un efecto significativo en la severidad, mostrando que antes de aplicar todos fueron estadísticamente iguales llegando a un 20% de área foliar afectado, mientras que a los 5 y 10 dda de los tratamientos, los fungicidas con ingredientes activos combinados como Boscalid + azoxystrobin y Captan + Tebuconazolea obtuvieron redujeron significativamente la severidad de la enfermedad hasta sin presentar área afectada, mientras que la aplicación de *Bacillus subtilis*, va aumentando a medida que pasa el tiempo reduciendo estadísticamente la severidad en comparación con los fungicidas Pyrimethanil y Sulfato de cobre pentahidratado.

Mientras que las respuestas de estos fungicidas químicos y del *Bacillus subtilis* a los 15 días después de la aplicación, se observa aumento de severidad en los frutos para el caso de los fungicidas Boscalid + azoxystrobin y Captan + Tebuconazolea, esto indica que la efecto residual de los fungicidas se va reduciendo por lo que es necesario aplicar nuevamente los fungicidas químicos, en cambio con la aplicación de *Bacillus subtilis* ocurre lo contrario obtuvo una mayor reducción de la severidad estadísticamente similar a los fungicidas con ingredientes activos combinados como Boscalid + azoxystrobin y Captan + Tebuconazolea. Los resultados se asemejan a lo obtenido por Oro curio-Vásconez & García-Bolívar (2025) que la aplicación de *Bacillus* a concentraciones de  $1 \times 10^9$  UFC L<sup>-1</sup> y  $5 \times 10^8$  UFC L<sup>-1</sup>, presentaron menor severidad debido a que el *Bacillus* produjo Iturina A y Fengicina A y de 98 lipopeptidos los cuales fueron los compuestos que redujeron la severidad del moho gris y aparte mejoró el comportamiento agronómico de la fresa debido a su potencial de biofertilizante.

Por último, en cuanto al tercer objetivo planteado en nuestra investigación, los resultados para el porcentaje de eficiencia de control de *Botrytis cinerea* en frutos de fresa demostraron a partir de los 5 días después de la aplicación los tratamientos fueron estadísticamente diferentes, indicando que los fungicidas tienen diferentes respuestas al controlar el ataque del moho gris en el fresa, debido a sus diferentes mecanismos de acción de cada uno de estos productos fúngicos, en donde se observa que a los 5 y 10 dda los fungicidas químicos con ingredientes activos combinados como Boscalid + azoxystrobin y Captan + Tebuconazolea obtuvieron mayor eficiencia de control de la enfermedad superando estadísticamente a todos los tratamientos, mientras que la aplicación de *Bacillus subtilis*, aumenta su respuesta, llegando a aumentar la eficiencia de control siendo mayor a los fungicidas Pyrimethanil y Sulfato de cobre pentahidratado. La aplicación de esta bacteria, produce mecanismos como la antibiosis reducen la enfermedad del moho gris, además, implica que la planta presente mayor absorción de nutrientes y, por tanto, reduce el ataque del hongo patógeno, al ser aplicado de forma foliar, protege a la planta e impide que los conidios germinen, antes de que se adherían al tejido vegetal de *B. cinerea* siendo mecanismos antifúngica, por tanto, se demostró los compuestos bacterianos que inhiben la adhesión de *Botrytis cinerea* (Orozco-Mosqueda et al., 2023).

A los 15 dda la aplicación de *Bacillus subtilis* a dosis de 400 g ha<sup>-1</sup> logró alcanzar mayor eficiencia de control de la enfermedad *Botrytis cinerea* en frutos de fresa, estadísticamente similar a los fungicidas Boscalid + azoxystrobin y Captan + Tebuconazolea, superando estadísticamente a los fungicidas Pyrimethanil y Sulfato de cobre pentahidratado, esto indica que la efecto residual de los fungicidas se va reduciendo por lo que es necesario aplicar nuevamente los fungicidas químicos, de lo contrario nuevamente la *Botrytis cinerea* afecta drásticamente a la planta, en cambio con la aplicación de *Bacillus subtilis* ocurre lo contrario aumenta su eficiencia de control de la enfermedad. Los resultados fueron similares a los obtenidos por Orozco-Mosqueda et al. (2023) quienes demostraron que estas bacterias, produce mecanismos como la antibiosis reducen la enfermedad del moho gris, además, implica que la planta presente mayor absorción de nutrientes y, por tanto, reduce el ataque del hongo patógeno, al ser aplicado de forma foliar, protege a la planta e impide que los conidios germinen, antes de que se adherían al tejido vegetal de *B. cinerea* siendo mecanismos antifúngica, por tanto, se demostró los compuestos bacterianos que inhiben la adhesión de *Botrytis cinerea*.

## CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

Los resultados obtenidos en esta investigación han demostrado que la aplicación de *Bacillus subtilis* a dosis de 400 g ha<sup>-1</sup> logró producir un efecto significativo similar a los fungicidas químicos con ingredientes activos combinados en el control de la enfermedad de *Botrytis cinerea* en frutos de fresa a los 5, 10 y 15 días después de la aplicación.

De acuerdo al primer objetivo planteado en nuestra investigación, los resultados demostraron que antes de aplicar los tratamientos todos fueron estadísticamente iguales entre sí, y a los 5 y 10 días después de la aplicación comienzan a mostrar diferencias significativas entre los fungicidas, reportando que las aplicaciones de los fungicidas químicos con ingredientes activos combinados obtuvieron menor incidencia de la enfermedad, mientras que a los 15 dda, *Bacillus subtilis* a dosis de 400 g ha<sup>-1</sup> logró alcanzar el menor porcentaje de incidencia de la enfermedad, estadísticamente similar a los fungicidas, siendo necesario aplicar nuevamente los fungicidas químicos, en cambio con la aplicación de *Bacillus subtilis* aumenta su efecto logrando reducir la incidencia de la enfermedad.

Con respecto a la severidad de la enfermedad *Botrytis cinerea* en frutos de fresa los resultados demostraron que la severidad aumenta a medida que pasa el tiempo, tal como se observa en el testigo sin aplicar. Mientras que al aplicar los fungicidas químicos produce un efecto significativo en la severidad, mostrando que a los 5 y 10 dda de los tratamientos, los fungicidas con ingredientes activos combinados redujeron significativamente la severidad de la enfermedad sin presentar área afectada, mientras que la aplicación de *Bacillus subtilis*, va aumentando a medida que pasa el tiempo, a los 15 dda, *Bacillus subtilis* obtuvo una mayor reducción de la severidad estadísticamente similar a los fungicidas con ingredientes activos combinados

Por último, los resultados para el porcentaje de eficiencia de control de *Botrytis cinerea* en frutos de fresa demostraron que a los 5 y 10 dda los fungicidas químicos con ingredientes activos combinados obtuvieron mayor eficiencia de control de la enfermedad y a los 15 dda la aplicación de *Bacillus subtilis* a dosis de 400 g ha<sup>-1</sup> logró alcanzar mayor eficiencia de control de la enfermedad *Botrytis cinerea* en frutos de fresa, estadísticamente similar a los fungicidas Boscalid + azoxystrobin y Captan + Tebuconazolea.

## 6.2 Recomendaciones

Esta investigación ha confirmado que los datos obtenidos, podrían usarse para que los agricultores de fresa de la zona Huara pueda utilizar *Bacillus subtilis*, teniendo en cuenta que dicho microorganismo logró reducir el *Botrytis cinerea*, teniendo en cuenta que este patógeno ataca en plena floración y fructificación, causa por el cual el agricultor tiene altas pérdidas económicas y al usar los fungicidas químicos puede provocar que los químicos puedan estar en el fruto lo que podría perjudicar la producción para la exportación, lo que le reduciría significativamente los ingresos económicos del fresero.

Asimismo, el clima puede variar de un año a otro, por lo que el efecto antagónico de los fungicidas podría variar su efecto en el control de *Botrytis cinerea* en frutos de fresa en condiciones de Huaura, siendo necesario usar el *Bacillus subtilis* a la dosis de 400 g ha<sup>-1</sup> ya que este microorganismo no provoca resistencia a los plaguicidas tal como pasa con los fungicidas comerciales.

Se recomienda continuar con la investigación del uso de microorganismos benéficos en el efecto antagónico de *Botrytis cinerea* en frutos de fresa u otros cultivos que son sensibles a esta enfermedad, también como la combinación de microorganismos benéficos, pero no juntos sino aplicado vía aérea y vía foliar.

Realizar esta investigación bajo condiciones climáticas diferentes, ya puede ser todas las zonas productoras de la región Lima u otras zonas de producción del cultivo de fresa, debido a que el clima en otras zonas de Lima, podría influir en los resultados obteniendo unas respuestas diferentes en cuanto a las dosis aplicadas, es decir dosis más bajas a la obtenida en nuestro resultado podría obtener una respuesta similar o al contrario, usar dosis más altas las respuestas a la inhibición del patógeno puede ser más eficiente, siendo necesario realizar esta investigación.

.

## CAPITULO VII. REFERENCIAS

- Acurio-Vázquez, R. & García-Bolívar, J. (2025). Efecto de *Bacillus megaterium* en el cultivo de fresa. *Agronomía Mesoamericana*, 36, 59611. <https://doi.org/10.15517/am.2024.59611>
- Agrios, G. (1997). *Control de enfermedades Vegetales*. Patologías de la planta - San Diego, 200-216.
- Alvarado, Q. (2001). *Manual del cultivo de fresa (Fragaria sp)*. 1era Edición. Madriz, Nicaragua: Editorial Centro de Recursos Las Sabanas.
- Calzada, J. B. (1982). *Métodos estadísticos para la investigación*. 4ta Edición. Lima, Perú: Editorial Jurídica.
- Cáceres, D., Risco, A., Quiroz-Delgado, P., & Apaza-Tapia, W. (2021). Control of *Botrytis cinerea* Pers. in 'Okitsu' Satsuma mandarin by biological and chemical fungicides in Huaura, Peru. *Peruvian Journal of Agronomy*, 5(1), 18–24. <http://dx.doi.org/10.21704/pja.v5i1.1760>
- Casimiro, HB., Aragón, L., Casas, AV., & Bustamante, N. (2022). Control de *Botrytis cinerea* pers. en tomate "Huascarán" mediante fertilizante foliar en la costa de Lima, Perú. *Revista Peruana de Agronomía*, 6 (3), 191-199. <https://doi.org/10.21704/pja.v6i3.1670>
- Chávez, G. & Canchumanya, J. (2022). *Evaluación adaptativa de siete variedades de fresa (Fragaria vesca L.), bajo condiciones de Barranca* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Lima. <https://repositorio.unab.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12935/132/>
- Concha, S. (2021). *Respuesta del cultivo de fresa (Fragaria x ananassa D.) Var. San Andreas a la fertilización orgánica y química en condiciones de invernadero* (Tesis pregrado). Universidad Nacional De Huancavelica, Huancavelica, Perú. <https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/fd72b21b-0c4e-4d53-8240-4692b98c6949/content>

- Collaguazo, B. (2021). *Evaluación de dos antagonistas para el control de pudrición gris (Botrytis cinerea) en frutos de fresa (Fragaria x ananassa)* (Tesis pregrado). Universidad Central Del Ecuador. Quito, Ecuador. <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/885d5771-396c-4061-a506-7c85f9f9f384/content>
- Córdova, E. (2020). Evaluación de la actividad antifúngica de peróxidos sobre botrytis (*Botrytis cinerea*) en el cultivo de fresa (*Fragaria vesca* L.), bajo condiciones de campo abierto. *Revista de Investigación Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería*, 3(1), 67-74. <https://doi.org/10.25127/ucni.v3i1.595>
- Figuerola, E. (2022). *Control biológico de moho gris (Botrytis cinerea Pers.) en mora de castilla (Rubus glaucus Bent.)* (Tesis pregrado). Universidad Técnica De Ambato, Cevallos – Ecuador. <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/>
- Hao, W., Li, H., Hu, M., Yang, L., Rizwan-ul-Haq, M. (2011). Integrated control of citrus green and blue mold and sour rot by *Bacillus amyloliquefaciens* in combination with tea saponin. *Postharvest Biol. Tech.*, 59, 316–323. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2010.10.002>
- Kahramanoğlu, İ., Panfilova, O., Kesimci, T. G., Bozhüyük, A. U., Gürbüz, R., & Alptekin, H. (2022). Control of Postharvest Gray Mold at Strawberry Fruits Caused by *Botrytis cinerea* and Improving Fruit Storability through *Origanum onites* L. and *Ziziphora clinopodioides* L. Volatile Essential Oils. *Agronomy*, 12(2), 389. <https://doi.org/10.3390/agronomy12020389>
- Koike, S. & Bolda, M. (2016). *Guía de producción: Moho gris o pudrición de fresa*. California; UC COOPERATIVE. <https://my.ucanr.edu/blogs/fresamora/blogfiles/37849.pdf>
- Orozco-Mosqueda, M. d. C., Kumar, A., Fadiji, A. E., Babalola, O. O., Puopolo, G., & Santoyo, G. (2023). Agroecological Management of the Grey Mould Fungus *Botrytis cinerea* by Plant Growth-Promoting Bacteria. *Plants*, 12(3), 637. <https://doi.org/10.3390/plants12030637>

- Patel, J.K., Patel, N.M. & Shiyani, R.L. (2001). Coefficient of variation in field experiments and yardstick thereof-an empirical study. *Current Science*, 81(9),1163-1164. <https://www.jstor.org/stable/24106429>
- Raffaelli, D., Qaderi, R., Mazzoni, L., Mezzetti, B., & Capocasa, F. (2025). Yield and Sensorial and Nutritional Quality of Strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) Fruits from Plants Grown Under Different Amounts of Irrigation in Soilless Cultivation. *Plants*, 14(2), 286. <https://doi.org/10.3390/plants14020286>
- Rodríguez, G. (2022). *Efecto de diferentes dosis de Trichoderma harzianum en el control de Botrytis cinerea en mandarina Satsuma en Irrigación Santa Rosa* (Tesis pregrado). Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Lima – Perú. <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/6585/>
- Salas-Arias, K., Irías-Mata, A., Sánchez-Kopper, A., Hernández-Moncada, R., Salas-Morgan, B., Villalta-Romero, F., & Calvo-Castro, L. A. (2023). Strawberry *Fragaria* × *ananassa* cv. Festival: A Polyphenol-Based Phytochemical Characterization in Fruit and Leaf Extracts. *Molecules*, 28(4), 1865. <https://doi.org/10.3390/molecules28041865>
- Toral, L., Rodríguez, M., Béjar, V., & Sampedro, I. (2020). Crop Protection against *Botrytis cinerea* by Rhizosphere Biological Control Agent *Bacillus velezensis* XT1. *Microorganisms*, 8(7), 992. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8070992>
- Toledo, M. (2003). *Guía para la Producción de Fresa en Honduras*. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). Junio, 2003. La Esperanza, Intibucá, Honduras, C. A. 36 p.
- Vilca, P. (2021). *Dosis y momentos de aplicación del fungicida pyrimetanil y su efecto en el control de Botrytis cinérea en fresa, Barranca* (Tesis pregrado). Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Lima – Perú. <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/6306/>

- Weber, R. W. S., & Petridis, A. (2023). Fungicide Resistance in *Botrytis spp.* and Regional Strategies for Its Management in Northern European Strawberry Production. *BioTech*, 12(4), 64. <https://doi.org/10.3390/biotech12040064>
- Williamson, B., Tudzynski, B., Tudzynski, P. & Van Kan, JA. (2007). *Botrytis cinerea*: The cause of grey mould disease. *Mol. Plant Pathology* 8, 561–580. <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2007.00417.x>

## **Anexos**

Tabla 41

*Datos de incidencia antes de la aplicación*

| Nº de<br>plantas | Bloque I |       |       |       |       |       | Bloque II |       |       |       |       |       | Bloque III |       |       |       |       |       |
|------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                  | T1       | T2    | T3    | T4    | T5    | T6    | T1        | T2    | T3    | T4    | T5    | T6    | T1         | T2    | T3    | T4    | T5    | T6    |
| 1                | 1        | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0         | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0          | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 2                | 0        | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 0         | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 0          | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     |
| 3                | 0        | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1         | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0          | 0     | 1     | 0     | 1     | 0     |
| 4                | 0        | 1     | 0     | 1     | 1     | 0     | 0         | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     | 0          | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 5                | 0        | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0         | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0          | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 6                | 1        | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 0         | 0     | 0     | 0     | 1     | 1     | 0          | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     |
| 7                | 0        | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0         | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0          | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     |
| 8                | 0        | 0     | 1     | 0     | 1     | 0     | 0         | 0     | 1     | 1     | 0     | 0     | 1          | 0     | 0     | 1     | 0     | 1     |
| 9                | 0        | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1         | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0          | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 10               | 0        | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0         | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0          | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Prom             | 20.00    | 20.00 | 20.00 | 10.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00     | 10.00 | 30.00 | 20.00 | 10.00 | 20.00 | 10.00      | 10.00 | 20.00 | 20.00 | 10.00 | 20.00 |

Tabla 42

*Datos de incidencia a los 5 dda*

| Nº de plantas | Bloque I |       |       |      |       |       | Bloque II |       |       |       |      |       | Bloque III |       |       |       |      |       |
|---------------|----------|-------|-------|------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|------|-------|------------|-------|-------|-------|------|-------|
|               | T1       | T2    | T3    | T4   | T5    | T6    | T1        | T2    | T3    | T4    | T5   | T6    | T1         | T2    | T3    | T4    | T5   | T6    |
| 1             | 0        | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0         | 0     | 0     | 0     | 0    | 0     | 0          | 0     | 0     | 0     | 0    | 0     |
| 2             | 0        | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0         | 0     | 0     | 0     | 0    | 0     | 1          | 0     | 0     | 0     | 0    | 0     |
| 3             | 0        | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 1         | 0     | 0     | 0     | 0    | 0     | 0          | 0     | 0     | 0     | 0    | 0     |
| 4             | 1        | 1     | 0     | 0    | 0     | 1     | 1         | 0     | 0     | 0     | 0    | 0     | 1          | 0     | 0     | 0     | 0    | 0     |
| 5             | 0        | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0         | 1     | 1     | 0     | 0    | 0     | 0          | 0     | 0     | 0     | 0    | 0     |
| 6             | 1        | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0         | 0     | 0     | 0     | 0    | 1     | 0          | 0     | 0     | 0     | 0    | 0     |
| 7             | 0        | 1     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0         | 1     | 0     | 0     | 0    | 0     | 0          | 0     | 1     | 0     | 0    | 0     |
| 8             | 0        | 0     | 1     | 0    | 1     | 1     | 0         | 0     | 0     | 1     | 0    | 0     | 0          | 1     | 0     | 1     | 0    | 1     |
| 9             | 1        | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 1         | 0     | 0     | 0     | 0    | 0     | 0          | 0     | 0     | 0     | 0    | 0     |
| 10            | 0        | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     | 0         | 0     | 0     | 0     | 0    | 0     | 0          | 0     | 0     | 0     | 0    | 0     |
| Prom          | 30.00    | 20.00 | 10.00 | 0.00 | 10.00 | 20.00 | 30.00     | 20.00 | 10.00 | 10.00 | 0.00 | 10.00 | 20.00      | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 0.00 | 10.00 |

Tabla 43

*Datos de incidencia a los 10 dda*

| N° de plantas | Bloque I |       |       |      |      |       | Bloque II |       |      |      |      |      | Bloque III |       |       |      |       |       |
|---------------|----------|-------|-------|------|------|-------|-----------|-------|------|------|------|------|------------|-------|-------|------|-------|-------|
|               | T1       | T2    | T3    | T4   | T5   | T6    | T1        | T2    | T3   | T4   | T5   | T6   | T1         | T2    | T3    | T4   | T5    | T6    |
| 1             | 0        | 0     | 0     | 0    | 0    | 0     | 0         | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0          | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     |
| 2             | 1        | 0     | 0     | 0    | 0    | 0     | 0         | 1     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0          | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     |
| 3             | 0        | 0     | 0     | 0    | 0    | 0     | 1         | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0          | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     |
| 4             | 0        | 0     | 0     | 0    | 0    | 1     | 1         | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 1          | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     |
| 5             | 0        | 0     | 0     | 0    | 0    | 0     | 0         | 1     | 0    | 0    | 0    | 0    | 1          | 1     | 0     | 0    | 0     | 0     |
| 6             | 1        | 0     | 0     | 0    | 0    | 0     | 0         | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0          | 0     | 0     | 0    | 1     | 0     |
| 7             | 0        | 1     | 0     | 0    | 0    | 0     | 0         | 1     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0          | 0     | 1     | 0    | 0     | 0     |
| 8             | 1        | 0     | 1     | 0    | 0    | 0     | 1         | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 1          | 1     | 0     | 0    | 0     | 1     |
| 9             | 1        | 0     | 0     | 0    | 0    | 0     | 1         | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0          | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     |
| 10            | 0        | 0     | 0     | 0    | 0    | 0     | 0         | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    | 0          | 0     | 0     | 0    | 0     | 0     |
| Prom          | 40.00    | 10.00 | 10.00 | 0.00 | 0.00 | 10.00 | 40.00     | 30.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 30.00      | 20.00 | 10.00 | 0.00 | 10.00 | 10.00 |

Tabla 44

*Datos de incidencia a los 15 dda*

| Nº de<br>plantas | Bloque I |       |       |       |      |      | Bloque II |       |       |      |       |      | Bloque III |       |       |       |       |       |
|------------------|----------|-------|-------|-------|------|------|-----------|-------|-------|------|-------|------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                  | T1       | T2    | T3    | T4    | T5   | T6   | T1        | T2    | T3    | T4   | T5    | T6   | T1         | T2    | T3    | T4    | T5    | T6    |
| 1                | 0        | 1     | 0     | 0     | 0    | 0    | 0         | 0     | 0     | 0    | 0     | 0    | 0          | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 2                | 1        | 0     | 1     | 0     | 0    | 0    | 0         | 1     | 0     | 0    | 0     | 0    | 0          | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 3                | 0        | 0     | 0     | 0     | 0    | 0    | 1         | 0     | 1     | 0    | 0     | 0    | 0          | 1     | 0     | 1     | 1     | 0     |
| 4                | 1        | 0     | 0     | 1     | 0    | 0    | 1         | 0     | 0     | 0    | 1     | 0    | 1          | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 5                | 0        | 0     | 0     | 0     | 0    | 0    | 0         | 1     | 0     | 0    | 0     | 0    | 1          | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 6                | 1        | 0     | 0     | 0     | 0    | 0    | 1         | 0     | 0     | 0    | 0     | 0    | 0          | 0     | 0     | 0     | 1     | 0     |
| 7                | 0        | 1     | 0     | 0     | 0    | 0    | 0         | 1     | 0     | 0    | 0     | 0    | 0          | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     |
| 8                | 1        | 0     | 1     | 0     | 0    | 0    | 1         | 0     | 0     | 0    | 0     | 0    | 1          | 1     | 0     | 0     | 0     | 1     |
| 9                | 1        | 0     | 0     | 0     | 0    | 0    | 1         | 0     | 0     | 0    | 0     | 0    | 0          | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 10               | 0        | 0     | 0     | 0     | 0    | 0    | 0         | 0     | 0     | 0    | 0     | 0    | 0          | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Prom             | 50.00    | 20.00 | 20.00 | 10.00 | 0.00 | 0.00 | 50.00     | 30.00 | 10.00 | 0.00 | 10.00 | 0.00 | 30.00      | 30.00 | 10.00 | 10.00 | 20.00 | 10.00 |

Tabla 45

*Datos de severidad antes de la aplicación*

| Nº de plantas | Bloque I |      |      |      |      |      | Bloque II |      |      |      |      |      | Bloque III |      |      |      |      |      |
|---------------|----------|------|------|------|------|------|-----------|------|------|------|------|------|------------|------|------|------|------|------|
|               | T1       | T2   | T3   | T4   | T5   | T6   | T1        | T2   | T3   | T4   | T5   | T6   | T1         | T2   | T3   | T4   | T5   | T6   |
| 1             | 1        | 1    | 1    | 2    | 2    | 1    | 2         | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1          | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| 2             | 1        | 2    | 1    | 1    | 1    | 2    | 1         | 2    | 1    | 1    | 2    | 1    | 1          | 2    | 1    | 2    | 1    | 1    |
| 3             | 2        | 1    | 2    | 1    | 2    | 1    | 2         | 1    | 2    | 1    | 1    | 2    | 2          | 1    | 1    | 1    | 2    | 1    |
| 4             | 1        | 2    | 1    | 2    | 1    | 1    | 1         | 1    | 2    | 1    | 1    | 1    | 1          | 1    | 1    | 2    | 1    | 2    |
| 5             | 1        | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1         | 1    | 1    | 2    | 1    | 1    | 1          | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| Prom          | 1.20     | 1.40 | 1.20 | 1.40 | 1.40 | 1.20 | 1.40      | 1.20 | 1.40 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20       | 1.20 | 1.00 | 1.40 | 1.20 | 1.20 |

Tabla 46

*Datos de severidad a los 5 dda*

| Nº de plantas | Bloque I |      |      |      |      |      | Bloque II |      |      |      |      |      | Bloque III |      |      |      |      |      |
|---------------|----------|------|------|------|------|------|-----------|------|------|------|------|------|------------|------|------|------|------|------|
|               | T1       | T2   | T3   | T4   | T5   | T6   | T1        | T2   | T3   | T4   | T5   | T6   | T1         | T2   | T3   | T4   | T5   | T6   |
| 1             | 2        | 1    | 1    | 0    | 0    | 1    | 2         | 1    | 1    | 1    | 0    | 2    | 3          | 1    | 1    | 0    | 0    | 1    |
| 2             | 1        | 2    | 2    | 0    | 0    | 2    | 2         | 2    | 2    | 0    | 0    | 1    | 2          | 2    | 0    | 0    | 0    | 1    |
| 3             | 2        | 2    | 0    | 0    | 0    | 1    | 2         | 1    | 2    | 0    | 0    | 2    | 2          | 2    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 4             | 2        | 2    | 1    | 0    | 1    | 2    | 2         | 2    | 2    | 0    | 0    | 1    | 2          | 2    | 1    | 0    | 0    | 0    |
| 5             | 1        | 1    | 1    | 1    | 0    | 1    | 1         | 1    | 1    | 0    | 0    | 1    | 3          | 1    | 1    | 0    | 0    | 1    |
| Prom          | 1.60     | 1.60 | 1.00 | 0.20 | 0.20 | 1.40 | 1.80      | 1.40 | 1.60 | 0.20 | 0.00 | 1.40 | 2.40       | 1.60 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 0.60 |

Tabla 47

*Datos de severidad a los 10 dda*

| Nº de plantas | Bloque I |      |      |      |      |      | Bloque II |      |      |      |      |      | Bloque III |      |      |      |      |      |
|---------------|----------|------|------|------|------|------|-----------|------|------|------|------|------|------------|------|------|------|------|------|
|               | T1       | T2   | T3   | T4   | T5   | T6   | T1        | T2   | T3   | T4   | T5   | T6   | T1         | T2   | T3   | T4   | T5   | T6   |
| 1             | 3        | 2    | 1    | 0    | 0    | 1    | 3         | 2    | 1    | 1    | 0    | 1    | 3          | 2    | 1    | 0    | 0    | 0    |
| 2             | 2        | 2    | 1    | 0    | 0    | 1    | 2         | 2    | 2    | 0    | 0    | 0    | 2          | 3    | 1    | 0    | 0    | 1    |
| 3             | 3        | 2    | 0    | 0    | 0    | 0    | 3         | 2    | 1    | 0    | 0    | 1    | 3          | 2    | 0    | 0    | 0    | 1    |
| 4             | 2        | 2    | 1    | 0    | 0    | 1    | 3         | 2    | 1    | 0    | 0    | 0    | 2          | 2    | 1    | 0    | 0    | 0    |
| 5             | 2        | 1    | 1    | 0    | 0    | 1    | 2         | 2    | 1    | 0    | 0    | 1    | 3          | 2    | 1    | 0    | 0    | 1    |
| Prom          | 2.40     | 1.80 | 0.80 | 0.00 | 0.00 | 0.80 | 2.60      | 2.00 | 1.20 | 0.20 | 0.00 | 0.60 | 2.60       | 2.20 | 0.80 | 0.00 | 0.00 | 0.60 |

Tabla 48

*Datos de severidad a los 15 dda*

| N° de plantas |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|               | T1   | T2   | T3   | T4   | T5   | T6   | T1   | T2   | T3   | T4   | T5   | T6   | T1   | T2   | T3   | T4   | T5   | T6   |
| 1             | 4    | 2    | 1    | 0    | 0    | 0    | 4    | 2    | 1    | 1    | 0    | 1    | 4    | 2    | 1    | 0    | 0    | 0    |
| 2             | 3    | 2    | 2    | 1    | 0    | 0    | 3    | 2    | 2    | 0    | 1    | 0    | 3    | 3    | 2    | 1    | 0    | 0    |
| 3             | 3    | 3    | 1    | 1    | 1    | 0    | 4    | 3    | 1    | 1    | 0    | 1    | 5    | 2    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| 4             | 3    | 2    | 1    | 0    | 0    | 1    | 3    | 3    | 2    | 1    | 1    | 0    | 3    | 3    | 1    | 1    | 1    | 0    |
| 5             | 3    | 2    | 1    | 0    | 0    | 0    | 3    | 2    | 1    | 0    | 0    | 0    | 4    | 2    | 1    | 1    | 0    | 0    |
| Prom          | 3.20 | 2.20 | 1.20 | 0.40 | 0.20 | 0.20 | 3.40 | 2.40 | 1.40 | 0.60 | 0.40 | 0.40 | 3.80 | 2.40 | 1.20 | 0.80 | 0.40 | 0.20 |

Tabla 49

*Datos de eficiencia a los 5 dda*

| Tratamiento                                                | Bloques |       |       | Total | Promedio |
|------------------------------------------------------------|---------|-------|-------|-------|----------|
|                                                            | I       | II    | III   |       |          |
| Testigo                                                    | 0.0     | 0.0   | 0.0   | 0.0   | 0.0      |
| Sulfato de cobre pentahidratado                            | 14.3    | 9.3   | 33.3  | 56.9  | 19.0     |
| Pyrimethanil                                               | 37.5    | 11.1  | 70.0  | 118.6 | 39.5     |
| Boscalid + azoxystrobin                                    | 89.3    | 87.0  | 100.0 | 276.3 | 92.1     |
| Captan + Tebuconazole                                      | 89.3    | 100.0 | 100.0 | 289.3 | 96.4     |
| <i>Bacillus subtilis</i> a dosis de 400 g ha <sup>-1</sup> | 12.5    | 9.3   | 75.0  | 96.8  | 32.3     |
| Total                                                      | 242.9   | 216.7 | 378.3 | 837.9 | 46.5     |
| Promedio                                                   | 40.5    | 36.1  | 63.1  |       |          |

Tabla 50

*Datos de eficiencia a los 10 dda*

| Tratamiento                                                | Bloques |       |       | Total  | Promedio |
|------------------------------------------------------------|---------|-------|-------|--------|----------|
|                                                            | I       | II    | III   |        |          |
| Testigo                                                    | 0.0     | 0.0   | 0.0   | 0.0    | 0.0      |
| Sulfato de cobre pentahidratado                            | 35.7    | 10.3  | 15.4  | 61.4   | 20.5     |
| Pyrimethanil                                               | 66.7    | 53.8  | 63.1  | 183.6  | 61.2     |
| Boscalid + azoxystrobin                                    | 100.0   | 91.0  | 100.0 | 291.0  | 97.0     |
| Captan + Tebuconazole                                      | 100.0   | 100.0 | 100.0 | 300.0  | 100.0    |
| <i>Bacillus subtilis</i> a dosis de 400 g ha <sup>-1</sup> | 66.7    | 73.1  | 76.9  | 216.7  | 72.2     |
| Total                                                      | 369.0   | 328.2 | 355.4 | 1052.6 | 58.5     |
| Promedio                                                   | 61.5    | 54.7  | 59.2  |        |          |

Tabla 51

*Datos de eficiencia a los 15 dda*

| Tratamiento                                                | Bloques |       |       | Total  | Promedio |
|------------------------------------------------------------|---------|-------|-------|--------|----------|
|                                                            | I       | II    | III   |        |          |
| Testigo                                                    | 0.0     | 0.0   | 0.0   | 0.0    | 0.0      |
| Sulfato de cobre pentahidratado                            | 41.1    | 17.6  | 36.8  | 95.6   | 31.9     |
| Pyrimethanil                                               | 62.5    | 58.8  | 62.1  | 183.4  | 61.1     |
| Boscalid + azoxystrobin                                    | 89.3    | 79.4  | 82.0  | 250.7  | 83.6     |
| Captan + Tebuconazole                                      | 94.6    | 86.3  | 89.5  | 270.4  | 90.1     |
| <i>Bacillus subtilis</i> a dosis de 400 g ha <sup>-1</sup> | 93.8    | 86.3  | 94.7  | 274.8  | 91.6     |
| Total                                                      | 381.3   | 328.4 | 365.1 | 1074.8 | 59.7     |
| Promedio                                                   | 63.5    | 54.7  | 60.9  |        |          |

Figura 23. Panel fotográfico

