UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

“Hongos rizosféricos asociados a *Citrus reticulata* con capacidad antagónica hacia el patógeno del moho gris de la mandarina (*Botrytis cinerea*)”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR:

Brandy Alexis Tárula Gutiérrez

ASESORA:

Dra. Betsabé León Ttacca

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4343-2431

San Vicente de Cañete, 2026, Perú

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

"Hongos rizosféricos asociados a *Citrus reticulata* con capacidad antagónica hacia el patógeno del moho gris de la mandarina (*Botrytis cinerea*)"

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:

Brandy Alexis Tárula Gutiérrez

APROBADO POR:

REPÚBLICA DEL PERÚ Firma Digital
Firmado digitalmente por: ALVAREZ BERNAOLA Luis Armando FAU 20491363402 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 27/08/2026 08:49:13-0500

.....

Dr. Luis Armando Álvarez Bernaola

Presidente

REPÚBLICA DEL PERÚ Firma Digital
Firmado digitalmente por: COAQUIRA INCACARI Roberto FAU 20491363402 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 27/08/2026 16:56:50-0500

.....

Ph.D. Roberto Coaquira Incacari

Secretario

FIRMA DIGITAL
Firmado digitalmente por: ORTEGA GOMERO Santiago Alejandro FIR 42537012 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 29/08/2026 13:40:54-0500

.....

Mg. Santiago Ortega Gomero

Vocal

FIRMA DIGITAL
Firmado digitalmente por: LEON TTACCA BETSABE FIR 41288646 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 23/08/2026 15:42:32-0500

.....

Dra. Betsabé León Ttacca

Asesora

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE

Ley de Creación N° 29488
Licenciada según Resolución del Consejo Directivo N° 116-2018-SUNEDU/CD
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
"Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia"

Código: F-M02.02-VRI-029 **Fecha de Aprobación:** 26/09/2025	**Versión:** 02

Código Nº 012-2026

CONSTANCIA DE VERIFICACIÓN DE SIMILITUD Y ORIGINALIDAD

Yo, Betsabé León Ttacca, Directora de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Agrarias, declaro que se ha realizado la verificación de similitud mediante el programa informático correspondiente, respecto al siguiente trabajo académico:

Título:
"Hongos rizosféricos asociados a *Citrus reticulata* con capacidad antagónica hacia el patógeno del moho gris de la mandarina (*Botrytis cinerea*)"

Autor (es):

Brandy Alexis Tárula Gutiérrez

Para optar el grado académico y/o título profesional de:
Ingeniero Agrónomo

El proceso de verificación de similitud determinó un porcentaje de 16%, cuyo resultado se encuentra respaldado en el reporte automatizado que se adjunta. En atención a ello, y conforme a lo establecido en el Reglamento de Similitud y Originalidad de la Universidad Nacional de Cañete, se deja constancia que el trabajo académico presentado cumple con los principios de integridad científica, así como con las disposiciones normativas vigentes en materia de citación y referenciación.
Asimismo, se adjunta el recibo digital correspondiente, a fin de garantizar la trazabilidad del proceso.

ORIGINALIDAD	SIMILITUD
84%	16%

Cañete, 07 de agosto del 2026

FIRMA DIGITAL
Firmado digitalmente por: LEON TTACCA Betsabe FAU 20491383402 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 07/08/2026 15:06:58-0500
Firma

Se adjunta:

- Resumen del reporte automatizado de similitud
- Recibo Digital

Toda copia de este documento, sea del entorno virtual o del documento original en físico es considerada "copia no controlada".

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO

En la ciudad de San Luis, en el Auditorio del Pabellón de Multiusos de la Sede Académica San Luis, siendo las 12:00 horas, del día 29 de diciembre del 2025, se reunió el Jurado Evaluador y el asesor designados por DECRETO N.º 001-2023-UI/FCA/UNDC.

Presidente : Dr. Luis Armando Álvarez Bernaola
Secretario : Dr. Roberto Coaquira Incacari
Vocal : Mg. Santiago Alejandro Ortega Gomero
Asesora : Dra. Betsabé León Ttacca

Para el acto de sustentación de la tesis titulada: "Hongos rizosféricos asociados a *Citrus reticulata* con capacidad antagónica hacia el patógeno del moho gris de la mandarina (*Botrytis cinerea*)", presentado por el Bachiller Brandy Alexis Tárula Gutiérrez, para optar al Título Profesional de Ingeniero Agrónomo.

Después de concluido el acto de sustentación y luego de que el sustentante dio respuesta a las preguntas respectivas, el Jurado Evaluador calificó la sustentación o defensa de la investigación según los siguientes criterios, y promediando las notas del jurado se obtuvo:

Criterio	Desaprobado (menor de 14)	Regular (14 -15)	Bueno (16-17)	Muy bueno (18-19)	Excelente (20)	Puntaje
Claridad de la expcsición			16			16
Dominio del tema			17			17
Visión holística del trabajo			16			16
Promedio						16

Establece como calificación FINAL: ....16.. (..dieciséis.....)

- Aprobado, con nota Regular (...), Bueno (X.), Muy Bueno (...), Excelente (...)
- Desaprobado (...)

Por tanto, el graduado se encuentra expedito(s) (X), impedido(s) ( ) para realizar los trámites que corresponden a la obtención del Título Profesional de Ingeniero Agrónomo.

****Si fuera el caso, que de los dos sustentantes uno fuera aprobado y otro desaprobado, se tendrá que diferenciar quien queda expedito y quien impedido de seguir los trámites.**

Siendo las 13:15. Horas se dio por terminado el acto de sustentación.

Toda copia de este documento, sea del entorno virtual o del documento original en físico es considerada "copia no controlada"

Dr. Roberto Coaquira Incacari **Secretario**	Dr. Luis Armando Álvarez Bernaola **Presidente**	Mg. Santiago Alejandro Ortega Gomero **Vocal**	Dra.Betsabé León Ttacca **Asesor**

Toda copia de este documento, sea del entorno virtual o del documento original en físico es considerada "copia no controlada"

Dedicatoria

Este trabajo se dedica, en primer lugar, a Dios, por brindarme fortaleza, sabiduría y serenidad a lo lardo de todo mi proceso formativo. Su presencia constante me permitió perseverar frente a los desafíos y culminar esta etapa tan importante de mi vida académica.

De manera especial, dedico este logro a mis padres, quienes con su esfuerzo, sacrificio y apoyo incondicional han sido el pilar fundamental de mi formación personal y profesional. Cada avance alcanzado es reflejo de los valores y enseñanzas que me han transmitido.

A mis hermanos, por su compañía, comprensión y palabras de aliento, que representaron una motivación permanente para continuar avanzando.

A mi asesora, la Dra. Betsabé, por su acompañamiento académico, rigurosidad científica y compromiso durante el desarrollo de esta investigación. Su orientación fue clave para el fortalecimiento y culminación del presente trabajo.

Finalmente, expreso mi agradecimiento a todas las personas que, de manera directa o indirecta, contribuyeron a este proceso, dejando una huella significativa en mi crecimiento académico y personal.

Agradecimiento

Expreso mi agradecimiento a Dios, por concederme la fortaleza, la salud y la claridad necesarias para culminar esta etapa de mi formación profesional, guiando cada decisión y brindándome serenidad en los momentos de mayor exigencia.

A mi padre, por ser un ejemplo constante de esfuerzo, disciplina y valores humanos, cuyo apoyo incondicional y consejos oportunos han sido fundamentales en mi desarrollo personal y académico.

A las autoridades universitarias, docentes, técnicos de laboratorio y personal administrativo de la Universidad Nacional de Cañete, por el respaldo brindado a lo largo de mi formación y por facilitar las condiciones necesarias para la ejecución de esta investigación en el Laboratorio de Sanidad Vegetal.

Mi especial reconocimiento a mi asesora, la Dra. Betsabé León Ttacca, por su orientación académica, dedicación y paciencia, así como por su exigencia profesional, que permitió fortalecer la calidad científica del presente trabajo.

Asimismo, agradezco al equipo del Laboratorio de la Escuela Profesional de Agronomía y a los integrantes de los semilleros de investigación, cuyo apoyo técnico, compromiso y trabajo colaborativo fueron determinantes para el desarrollo de los bioensayos y la obtención de resultados confiables.

ÍNDICE GENERAL

Dedicatoria 6
Agradecimiento 7
Índice de tablas 11
Índice de figuras 12
Índice de anexos 14
Resumen 15
Abstract 17
Introducción 19
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 20
1.1. Descripción de la Realidad Problemática 20
1.2. Formulación del Problema 21
1.2.1. Problema General 21
1.2.2. Problemas Específicos 21
1.3. Objetivos 21
1.3.1. Objetivo General 21
1.3.2. Objetivos Específicos 21
1.4. Justificación 21
1.5. Delimitación de la Investigación 22
1.5.1. Delimitación Teórica 22
1.5.2. Delimitación Temporal 23
1.5.3. Delimitación Espacial 23
II. MARCO TEÓRICO Y EMPÍRICO 24
2.1. Bases Teóricas 24
2.1.1. Cítricos 24
2.1.2. Taxonomía 24
2.1.3. Morfología 24
2.1.4. Especie y Variedades 25
2.1.5. Fenología del Cultivo 25
2.1.6. Enfermedades 25
2.1.7. Moho gris (*Botrytis cinerea*) 26
2.1.8. Control de *Botrytis cinerea* 29
2.1.9. Control Biológico de Enfermedades 30
2.1.10. Hongos Antagonistas 31

2.1.11. Hongos Asociados a la Rizósfera 33
2.2. Antecedentes 33
A. Antecedentes Nacionales 33
B. Antecedentes Internacionales 35
2.3. Definición de Términos Básicos 37
III. HIPÓTESIS Y VARIABLES 41
3.1. Hipótesis 41
3.1.1. Hipótesis General 41
3.1.2. Hipótesis Específicas 41
3.2. Definición Conceptual de las Variables 41
3.2.1. Variable Independiente 41
3.2.2. Variable Dependiente 41
3.3. Operacionalización de las Variables 41
IV. DISEÑO METODOLÓGICO 43
4.1. Tipo de Investigación 43
4.2. Diseño de Investigación 43
4.2.1. Diseño Experimental 43
4.2.2. Unidad Experimental 43
4.2.3. Condiciones Experimentales 43
4.2.4. Modelos Estadísticos 43
4.3. Método de Investigación 44
4.4. Población y Muestra 44
4.4.1. Población 44
4.4.2. Muestra 44
4.5. Lugar de Estudio 44
4.5.1. Localización Política del Área Experimental 44
4.5.2. Ubicación Geográfica del Área de Experimento 45
4.6. Procedimiento de la Investigación 45
4.6.1. Aislamiento e Identificación de *B. cinerea* 45
4.6.2. Aislamiento de Hongos Antagonistas Asociado a la Rizósfera de Mandarina 45
4.6.3. Capacidad Antagónica de Cepas de Hongos Asociado a la Rizósfera 47
4.7. Técnicas e Instrumentos para la Recolección de los Datos 51
4.7.1. Porcentaje de Inhibición Micelial de los Patógenos 51

4.7.2. Porcentaje de Micoparasitismo de los Hongos Rizosféricos frente al Patógeno *Botrytis cinerea* 51
4.8. Análisis y Procesamiento de Datos 51
V. RESULTADOS 53
5.1. Resultados Descriptivos 53
5.1.1. Aislamiento e Identificación de la Cepa de *B. cinerea* 53
5.1.2. Aislamiento de Hongos Antagonistas Asociado a la Rizósfera de Mandarina 54
5.2. Resultados Inferenciales 67
5.2.1. Capacidad Antagónica de Cepas de Hongos Asociado a la Rizósfera de Mandarina hacia *Botrytis cinerea* 67
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS 82
VII. CONCLUSIONES 84
VIII. RECOMENDACIONES 85
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 86
X. ANEXOS 93

Índice de tablas

Tabla 1. *Taxonomía de la mandarina* 24
Tabla 2. *Clasificación taxonómica de Botrytis cinerea* 26
Tabla 3. *Matriz de Operacionalización de las variables* 42
Tabla 4. *Procedencias de cepas de hongos rizosféricos de plantas de mandarina empleadas para las pruebas de antibiosis y micoparasitismo* 47
Tabla 5. *Resultados de la prueba de normalidad y homogeneidad de varianzas para las variables analizadas* 52
Tabla 6. *Prueba de comparación de medias del porcentaje de inhibición de crecimiento micelial de B. cinerea por metabolitos secundarios de cepas de hongos rizosféricos nativos de mandarina* 67
Tabla 7. *Prueba de comparación de medias del porcentaje de inhibición de crecimiento micelial de B. cinerea por cepas de hongos rizosféricos nativos de mandarina mediante el enfrentamiento dual* 72
Tabla 8. *Prueba de comparación de medias de la colonización de B. cinerea por cepas de hongos rizosféricos nativos de mandarina mediante reaislamiento de enfrentamiento dual* ..77

Índice de figuras

Figura 1. *Ciclo Biológico de B. cinerea*.....29
Figura 2. *Aislamiento de Botrytis cinerea en el cultivo de mandarina*.....45
Figura 3. *Procesos de aislamiento de hongos antagonistas asociado a la rizósfera de mandarina*.....46
Figura 4. *Extracción de caldos de metabolitos secundarios de hongos rizosféricos de plantas de mandarina frente a Botrytis cinerea para la prueba de antibiosis*.....49
Figura 5. *Antibiosis y micoparasitismo mediante enfrentamiento dual de cepas de hongos rizosféricos de plantas de mandarina contra el patógeno B. cinerea*.....50
Figura 6. *Desarrollo de B. cinerea en medio PDA*.....53
Figura 7. *B. cinerea, conidios y conidióforos (40X)*.....53
Figura 8. *Desarrollo de Acremonium en medio PDA*.....55
Figura 9. *Acremonium, fiálides y conidios (40X)*.....55
Figura 10. *Desarrollo de Aspergillus en medio PDA*.....56
Figura 11. *Aspergillus, conidios y conidióforos (40X)*.....56
Figura 12. *Desarrollo de Chaetomium en medio PDA*.....56
Figura 13. *Chaetomium, peritecio (100X)*.....56
Figura 14. *Desarrollo de Cladosporium en medio PDA*.....57
Figura 15. *Cladosporium, conidios, y conidióforos (40X)*.....57
Figura 16. *Desarrollo de Fusarium en medio PDA*.....58
Figura 17. *Fusarium, conidios y conidióforos (100X)*.....58
Figura 18. *Desarrollo de Gliomastix en medio PDA*.....58
Figura 19. *Gliomastix, conidios y conidióforos (100X)*.....58
Figura 20. *Desarrollo de Masoniella en medio PDA*.....59
Figura 21. *Masoniella, conidios y conidióforos (100X)*.....59
Figura 22. *Desarrollo de Metarhizium en medio PDA*.....60
Figura 23. *Metarhizium, conidios y conidióforos (40X)*.....60
Figura 24. *Desarrollo de Microascus en medio PDA*.....60
Figura 25. *Microascus, conidios y conidióforos (40X)*.....60
Figura 26. *Desarrollo de Penicillium en medio PDA*.....61
Figura 27. *Penicillium, conidios y conidióforos (40X)*.....61
Figura 28. *Desarrollo de Purpureocillium en medio PDA*.....62
Figura 29. *Purpureocillium, conidios y conidióforos (40X)*.....62
Figura 30. *Desarrollo de Stachybotrys en medio PDA*.....62

Figura 31. *Stachybotrys, conidios y conidióforos (40X)*.....62
Figura 32. *Desarrollo de Talaromyces en medio PDA*.....63
Figura 33. *Talaromyces, conidios y conidióforos (40X)*.....63
Figura 34. *Desarrollo de Thielaviopsis en medio PDA*.....64
Figura 35. *Thielaviopsis, fiálides y conidios (100X)*.....64
Figura 36. *Desarrollo de Trichoderma en medio PDA*.....64
Figura 37. *Trichoderma, conidios y conidióforos (40X)*.....64
Figura 38. *Desarrollo de Paecilomyces en medio PDA*.....65
Figura 39. *Paecilomyces, conidios y conidióforos (40X)*.....65
Figura 40. *Desarrollo de Wardomyces en medio PDA*.....66
Figura 41. *Wardomyces, conidios y conidióforos (40X)*.....66
Figura 42. *Desarrollo de Humicola en medio PDA*.....66
Figura 43. *Humicola, conidios y conidióforos (40X)*.....66
Figura 44. *Comparación de medias de inhibición micelial del patógeno B. cinerea por metabolitos secundarios de cepas de hongos rizosféricos nativos de mandarina*.....69
Figura 45. *Efecto antagonista ejercido por metabolitos secundarios de cepas fúngicas rizosféricas nativas de mandarina sobre el crecimiento micelial de B. cinerea, bajo el método de placas envenenadas*.....70
Figura 46. *Comparación de medias de inhibición micelial del patógeno B. cinerea por cepas de hongos rizosféricos nativos de mandarina mediante enfrentamiento dual*.....74
Figura 47. *Efecto del enfrentamiento dual de cepas de hongos rizosféricos nativos de mandarina frente a B. cinerea*.....75
Figura 48. *Comparación de medias de porcentaje de colonización de B. cinerea por cepas de hongos rizosféricos nativos de mandarina mediante reaislamiento de enfrentamiento dual*..79
Figura 49. *Reaislamiento de la zona de enfrentamiento de cultivos duales de cepas de hongos rizosféricos nativos de mandarina frente a B. cinerea en medio de cultivo PDA*.....80

Índice de anexos

Anexo 1. Matriz de Consistencia.....93
Anexo 2. Ubicación del proyecto de investigación 94
Anexo 3. Laboratorio de Sanidad Vegetal.....94
Anexo 4. Datos de la variable porcentaje de la inhibición micelial de *Botrytis cinerea* mediante la prueba de antibiosis.....95
Anexo 5. Datos del porcentaje de inhibición del crecimiento micelial de *B. cinerea* por cepas de hongos rizosféricos nativos de mandarina mediante el método de enfrentamiento dual.. 106
Anexo 6. Datos de la variable porcentaje de colonización 109
Anexo 7. Colecta de muestras de flores de mandarina con signos de *B. cinerea* en el fundo "Oreba Hermanos", llevadas al Laboratorio de Sanidad Vegetal - UNDC. 112
Anexo 8. Aislamiento de *Botrytis cinerea* de muestras enfermas de flores de mandarina. ..112
Anexo 9. Colecta de muestras de suelo asociado a la rizósfera de la planta de mandarina. .113
Anexo 10. Aislamiento de hongos de la rizósfera asociados a la planta de mandarina. 113
Anexo 11. Preparación de medio de cultivo PDA para los diferentes bioensayos del proyecto de investigación. 114
Anexo 12. Plaqueo del medio de cultivo PDA en placa Petri estériles. 114
Anexo 13. Esterilización de los materiales que fueron empleados en los diferentes ensayos..115
Anexo 14. Preparación de medio líquido en matraces con caldo de papa y sacarosa. 115
Anexo 15. Diluciones seriadas y conteo de esporas de las cepas de hongos rizosféricos asociados a la planta de mandarina. 116
Anexo 16. Inoculación de 1ml de suspensión de esporas en matraces con caldo de papa y sacarosa. 116
Anexo 17. Extracción y filtración de metabolitos de hongos rizosféricos asociados a la planta de mandarina. 117
Anexo 18. Plaqueo de la mezcla de caldo de metabolitos con PDA agar 2x. 117
Anexo 19. Evaluación de los ensayos realizados. 118
Anexo 20. Prueba de similitud.....119

Resumen

El moho gris, causado por *Botrytis cinerea*, representa un problema fitosanitario relevante en el cultivo de mandarina debido a su comportamiento necrotrófico y a las pérdidas económicas que ocasiona. El uso continuo de fungicidas químicos ha favorecido la resistencia del patógeno y la acumulación de residuos, limitando su efectividad. Ante esta problemática, se tuvo como objetivo seleccionar cepas de hongos rizosféricos asociados a *Citrus reticulata* con capacidad antagónica frente a *B. cinerea*, como una estrategia alternativa de control biológico.

Las muestras de suelo rizosférico fueron colectadas en cinco fundos dedicados a la producción de mandarina en la provincia de Cañete y posteriormente trasladadas al Laboratorio de Sanidad Vegetal de la Universidad Nacional de Cañete. El aislamiento de los hongos se efectuó empleando el medio Papa Dextrosa Agar (PDA), mientras que la identificación se realizó a nivel de género. Como resultado, se aislaron 56 cepas fúngicas, distribuidas en 18 géneros, entre los que se incluyen *Acremonium* sp., *Aspergillus* sp., *Chaetomium* sp., *Cladosporium* sp., *Fusarium* sp., *Gliomastix* sp., *Humicola* sp., *Masoniella* sp., *Metarhizium* sp., *Microascus* sp., *Penicillium* sp., *Purpureocillium* sp., *Stachybotrys* sp., *Talaromyces* sp., *Thielaviopsis* sp., *Trichoderma* sp., *Paecilomyces* sp., y *Wardomyces* sp.

Del total de cepas aisladas, se seleccionaron 33 hongos rizosféricos para la evaluación de su capacidad antagonista frente *B. cinerea*. La actividad antagonista de las cepas de hongos rizosféricos se determinó mediante ensayos *in vitro* de antibiosis y micoparasitismo. La antibiosis se evaluó a partir del efecto inhibitorio de metabolitos secundarios sobre el crecimiento micelial de *B. cinerea*, mientras que el micoparasitismo se analizó mediante el método de enfrentamiento dual, cuantificándose el porcentaje de colonización del patógeno por los hongos rizosféricos El análisis estadístico de los datos se realizó utilizando los programas Infostat versión 2020 y Minitab versión 17.

Los resultados obtenidos mostraron que los metabolitos producidos por las cepas HARZ-25 (*Aspergillus niger*) y HARZ-81 (*Fusarium* sp.) generaron los mayores porcentajes de inhibición micelial del patógeno con valores de 66,58 % y 63,29 % respectivamente. En contraste, la cepa HARZ-33 (*Aspergillus pseudodeflectus*) presentó el menor efecto inhibitorio con 3,85 %. Sin embargo, mediante el método del enfrentamiento dual, se evidenció que las cepas HARZ-54 (*Trichoderma* sp.) y HARZ-15 (*Trichoderma asperellum*) lograron inhibir el crecimiento del patógeno hasta un 73,97 % y 73,31 % respectivamente. Por el contrario, la cepa HARZ-53 (*Humicola* sp.) presentó el menor nivel de inhibición con 24,17 %. Asimismo, las siete cepas del género *Trichoderma* y una cepa de *Fusarium* lograron colonizar

completamente al patógeno (100 %) demostrando un comportamiento como micoparásitos altamente agresivo.

Los resultados obtenidos permiten concluir que los hongos rizosféricos nativos evaluados presentan un alto potencial como agentes de control biológico, evidenciando su capacidad para contribuir de manera efectiva y sostenible al manejo del moho gris de la mandarina. Su aplicación representa una alternativa técnicamente viable para disminuir la dependencia del uso de fungicidas químicos, favoreciendo prácticas agrícolas más seguras y compatibles con la conservación del ambiente.

Palabras clave: Antagonismo fúngico, hongos rizosféricos, metabolitos secundarios, *B. cinerea*, control biológico.

Abstract

Gray mold, caused by *Botrytis cinerea*, represents a significant plant health problem in mandarin cultivation due to its necrotrophic nature and the economic losses it causes. The continued use of chemical fungicides has led to the development of resistance in the pathogen and the accumulation of residues, limiting the fungicides' effectiveness. In light of this problem, the objective was to select strains of rhizosphere fungi associated with *Citrus reticulata* that exhibit antagonistic activity against *B. cinerea*, as an alternative biological control strategy.

Rhizosphere soil samples were collected from five mandarin orchards in the province of Cañete and subsequently transported to the Plant Health Laboratory at the National University of Cañete. Fungal isolates were obtained using Potato Dextrose Agar (PDA), and identification was performed at the genus level. As a result, 56 fungal strains were isolated, distributed across 18 genera, including *Acremonium* sp., *Aspergillus* sp., *Chaetomium* sp., *Cladosporium* sp., *Fusarium* sp., *Gliomastix* sp., *Humicola* sp., *Masoniella* sp., *Metarhizium* sp., *Microascus* sp., *Penicillium* sp., *Purpureocillium* sp., *Stachybotrys* sp., *Talaromyces* sp., *Thielaviopsis* sp., *Trichoderma* sp., *Paecilomyces* sp., y *Wardomyces* sp.

Of the total number of isolated strains, 33 rhizosphere fungi were selected to evaluate their antagonistic activity against *B. cinerea.* The antagonistic activity of the rhizosphere fungal strains was determined using *in vitro* antibiosis and mycoparasitism assays. Antibiosis was evaluated based on the inhibitory effect of secondary metabolites on the mycelial growth of *B. cinerea*, while mycoparasitism was analyzed using the dual challenge method, quantifying the percentage of pathogen colonization by the rhizosphere fungi. Statistical analysis of the data was performed using Infostat version 2020 and Minitab version 17.

The results showed that the metabolites produced by strains HARZ-25 (*Aspergillus niger*) and HARZ-81 (*Fusarium* sp.) produced the highest percentages of mycelial inhibition of the pathogen, with values of 66.58% and 63.29%, respectively. In contrast, strain HARZ-33 (*Aspergillus pseudodeflectus*) exhibited the lowest inhibitory effect at 3.85%. However, using the dual challenge method, it was shown that strains HARZ-54 (*Trichoderma* sp.) and HARZ-15 (*Trichoderma asperellum*) were able to inhibit the pathogen's growth by up to 73.97% and 73.31%, respectively. In contrast, strain HARZ-53 (*Humicola* sp.) exhibited the lowest level of inhibition at 24.17%. Furthermore, the seven strains of the genus *Trichoderma* and one strain of *Fusarium* were able to completely colonize the pathogen (100%), demonstrating highly aggressive mycoparasitic behavior.

The results obtained lead to the conclusion that the native rhizosphere fungi evaluated show high potential as biological control agents, demonstrating their ability to contribute effectively and sustainably to the management of gray mold in mandarins. Their application represents a technically viable alternative for reducing dependence on chemical fungicides, promoting agricultural practices that are safer and more compatible with environmental conservation.

Keywords**:** Fungal antagonism, rhizosphere fungi, secondary metabolites, *B. cinerea*, biological control.

Introducción

La citricultura constituye una actividad agrícola de alta importancia en el Perú, tanto por su contribución a la economía agraria como su participación en los mercados de exportación. El cultivo de cítricos, especialmente mandarina, limón y naranja, genera empleo y sustento para numerosas familias rurales, además de aportar divisas mediante la comercialización de fruta fresca y procesada hacia mercados internacionales como Estados Unidos, Reino Unido, Países Bajos, Canadá, Rusia e Irlanda (Procitrus, 2019).

Sin embargo, la producción citrícola enfrenta limitaciones fitosanitarias relevantes, entre las cuales destaca el moho gris, enfermedad causada por *B. cinerea*. Este hongo necrotrófico afecta flores y frutos en etapas tempranas de desarrollo, provocando su caída prematura y deteriorando la calidad externa del fruto. Como consecuencia, se reduce su aptitud para exportación y se genera pérdidas económicas al destinarse la producción afectadas al mercado interno (Agustí et al., 2020).

La incidencia de *B. cinerea* se ve favorecida por condiciones de elevada humedad relativa y temperaturas moderadas, características frecuentes en la costa central del Perú durante gran parte del año, lo que facilita la persistencia y diseminación del patógeno en los sistemas productivos (Agrios, 2010).

Frente a la problemática del moho gris en mandarina, las estrategias de manejo fitosanitario han dependido mayoritariamente del uso de fungicidas de síntesis química, los cuales, aunque eficaces a corto plazo, generan efectos negativos como residuos en los frutos, contaminación ambiental y el riesgo de desarrollo de resistencia del patógeno. Si bien algunos productores del Valle del Cañete han incorporado agentes de control biológico comerciales, su aplicación suele realizarse sin un adecuado sustento técnico, lo que limita su eficacia en las condiciones locales de producción.

Ante este contexto, resulta necesario evaluar microorganismos nativos asociados a la rizósfera de *Citrus reticulata*, especialmente hongos con capacidad antagonista frente a *B. cinerea.* Estos organismos pueden actuar mediante mecanismos como antibiosis y micoparasitismo, ofreciendo una alternativa natural y sostenible para el manejo de la enfermedad y reduciendo la dependencia del control químico y contribuir a la producción de frutos de mayor calidad.

Por ello, la presente investigación tuvo como finalidad seleccionar cepas de hongos rizosféricos asociados a *Citrus reticulata* con capacidad antagónica hacia el patógeno del moho gris de la mandarina (*B. cinerea*).

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la Realidad Problemática

La citricultura peruana constituye una actividad agrícola estratégica, debido a la elevada demanda de fruta fresca y procesada en los mercados nacional e internacional. En particular, cultivos de mandarina, la naranja y el limón representa una fuente significativa ingresos económicos y empleo para muchas familias dedicadas a este sector, consolidando como productos de alta competitividad en la cadena agroexportadora. El Perú mantiene posicionamiento relevante en el comercio global, con destinos principales como Estados Unidos, Reino Unido, Holanda, Canadá, Rusia e Irlanda, lo que evidencia la importancia de garantizar la calidad de fitosanitaria de la producción (Procitrus, 2019).

Sin embargo, la productividad y calidad de los cítricos se ven seriamente afectadas por enfermedades fúngicas, entre las cuales destaca el moho gris, ocasionado por *Botrytis cinerea*. Este hongo necrotrófico infecta flores y frutos cuajados, ocasionando su caída prematura y generando daños estéticos que reducen el valor comercial del producto. Como consecuencia, la fruta pierde su condición de exportación y se destina al mercado local, donde alcanza un precio significativamente menor, afectando la rentabilidad del productor (Agustí et al., 2020).

La incidencia de *B. cinerea* en campos citrícolas se ve favorecida por las condiciones climáticas predominantes en la costa central del Perú, caracterizadas por temperaturas moderadas y alta humedad relativa, especialmente en las estaciones de otoño, invierno y primavera. Estas condiciones promueven la supervivencia, diseminación y rápida colonización del patógeno, convirtiéndolo en un problema recurrente y difícil de controlar (Agrios, 2010).

El manejo tradicional del moho gris en la región se basa casi exclusivamente en el uso de fungicidas químicos. Si bien estos productos ofrecen un control inmediato, su empleo intensivo genera diversas problemáticas: residuos en los frutos, afectación negativa al ambiente, incremento de costos de producción y aparición de resistencia en poblaciones de *B. cinerea*. A pesar de que algunos agricultores del Valle de Cañete han comenzado a utilizar antagonistas comerciales, persiste un desconocimiento generalizado sobre su funcionamiento, su compatibilidad con el cultivo de mandarina y la efectividad real de dichos agentes biológicos. Lo anterior se debe, en gran medida, a la limitada investigación local sobre hongos antagonistas asociados específicamente a la rizósfera de *Citrus reticulata*.

En este contexto, se observa una necesidad urgente de identificar, aislar y evaluar hongos rizosféricos nativos con capacidad de ejercer mecanismos de antibiosis y micoparasitismo contra *B. cinerea*. El estudio de este tipo de microorganismo permitiría desarrollar alternativas de control biológico sostenibles, reducir la dependencia de fungicidas

químicos y fortalecer los programas de manejo integrado de enfermedades en la citricultura local. Por tanto, la investigación de hongos antagónicos nativos constituye una estrategia clave para mejorar la productividad, competitividad y sostenible del cultivo de mandarina en la provincia de Cañete.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

¿Cuáles son los hongos rizosféricos asociado a *Citrus reticulata* con capacidad antagónica hacia el patógeno del moho gris de la mandarina (*Botrytis cinerea*)?

1.2.2. Problemas Específicos

P.E.1: ¿Cuáles son los géneros de hongos asociados a la rizósfera de plantas de mandarina (*Citrus reticulata*), Cañete?

P.E.2: ¿Cuál es efecto antagónico de cepas de géneros de hongos asociados a la rizósfera de *Citrus reticulata* hacia patógeno del moho gris de la mandarina (*Botrytis cinerea*) *In vitro*?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Seleccionar cepas de hongos rizosféricos asociados a *Citrus reticulata* con capacidad antagónica hacia el patógeno del moho gris de la mandarina (*Botrytis cinerea*).

1.3.2. Objetivos Específicos

O.E.1: Aislar e identificar géneros de hongos asociado a la rizósfera de plantas de mandarina (*Citrus reticulata*), Cañete.

O.E.2: Evaluar el efecto antagónico de cepas de géneros de hongos asociados a la rizósfera de *Citrus reticulata* con capacidad antagónica hacia el patógeno del moho gris de la mandarina (*Botrytis cinerea*) *In vitro*.

1.4. Justificación

En los últimos años, la citricultura peruana ha experimentado un crecimiento sostenido, impulsado por alta rentabilidad y su posicionamiento en los mercados nacionales e internaciones. Este dinamismo productivo ha permitido consolidar a cultivos como la mandarina como productos estratégicos de exportación. De acuerdo con el Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, durante la campaña 2017 el Perú alcanzo el primer lugar como exportador de mandarinas en América y el séptimo a nivel mundial, siendo Estados Unidos el principal destino comercial de estos frutos (MINCETUR 2018).

Sin embargo, la actividad citrícola enfrenta importantes limitaciones sanitarias asociadas a enfermedades de origen fúngico, entre las cuales el moho gris, provocado por

Botrytis cinerea, constituye una de las más relevantes por su incidencia y severidad. Tradicionalmente, el control de esta patología se ha sustentado en el uso intensivo de fungicidas de síntesis química; sin embargo, su aplicación reiterada y, en muchos casos, sin criterios técnicos adecuados, ha generado consecuencias adversas, tales como la acumulación de residuos en los frutos, la alteración del equilibrio ambiental y la aparición de poblaciones del patógeno con tolerancia o resistencia a los productos empleados. Frente a este escenario, surge la necesidad de promover estrategias de manejo fitosanitario que resulten eficaces y, a la vez, compatibles con la sostenibilidad ambiental y la inocuidad de la producción agrícola.

En este contexto, los hongos antagonistas nativos asociados a la rizósfera de los cítricos emergen como una opción promisoria para el manejo biológico de *B. cinerea*, debido a su capacidad de interactuar naturalmente con otros microorganismos del suelo y ejercer mecanismos de antagonismo como la antibiosis y el micoparasitismo (Camacho y Henao, 2010). El aprovechamiento de estos microrganismos permite reducir la dependencia de insumos químicos y optimizar el uso de agentes de control biológico adaptados a las condiciones locales, evitando además el empleo inadecuado de productos comerciales sin sustento técnico.

Por ello, la presente investigación se justifica en la necesidad de identificar y evaluar hongos rizosféricos nativos asociado a plantas de mandarina, con el fin de determinar su potencial antagonista frente a *B. cinerea* bajo condiciones de laboratorio, los resultados generados contribuirán al fortalecimiento del conocimiento científico sobre el control biológico del moho gris y servirán como base para futuras investigaciones orientadas a su validación en condiciones de campo, promoviendo así un manejo fitosanitario más sostenible, acorde con las exigencias de la citricultura moderna en la provincia de Cañete.

1.5. Delimitación de la Investigación

1.5.1. Delimitación Teórica

La presente investigación se enmarca en el enfoque del manejo sostenible de enfermedades fitosanitarias en cítricos, con énfasis en el moho gris causado por *B. cinerea*. Se apoya conceptualmente en los fundamentos del control biológico y en la evidencia científica que resalta la importancia del microbiota rizosféricos, particularmente de los hongos nativos de mandarina, como agentes con potencial biotecnológico para la supresión de patógenos. Desde esta perspectiva, el estudio busca aportar bases científicas que fortalezcan en manejo integrado de enfermedades, promoviendo alternativas ecológicas que permitan disminuir la dependencia de fungicidas de síntesis química y mejorar la sostenibilidad productiva de los sistemas citrícola en la provincia de Cañete.

1.5.2. Delimitación Temporal

La presente investigación se desarrolló durante el periodo comprendido entre los años 2024 y 2025. En dicho intervalo se ejecutaron de manera secuencial las fases de muestreo y aislamiento de hongos rizosféricos, así como la evaluación de su capacidad antagónica frente al patógeno de *B. cinerea*. El componente experimental se estructuro bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA), conformado por 33 tratamientos y un testigo. El procesamiento y análisis de datos se realizó mediante cuantitativo de alcance explicativo, empleando instrumentos e indicadores específicos para la medición del porcentaje de inhibición micelial y colonización, lo que permitió asegurar la consistencia, confiabilidad y valides de los resultados generados.

1.5.3. Delimitación Espacial

La presente investigación se desarrolló en el Laboratorio de Sanidad Vegetal de la Escuela Profesional de Agronomía de la Universidad Nacional de Cañete, ubicado en el distrito de Imperial, provincia de Cañete, región Lima. Este espacio dispone de infraestructura especializada, equipamiento técnico y condiciones ambientales controladas, lo que permitió la ejecución adecuada de los procedimientos experimentales. En dicho laboratorio se efectuaron las actividades de aislamiento e identificación de hongos rizosféricos asociados a plantas de mandarina (*Citrus reticulata*), así como las evaluaciones *in vitro* de su capacidad antagónica frente a *B. cinerea*, garantizando la confiabilidad y valides de los resultados obtenidos.

II. MARCO TEÓRICO Y EMPÍRICO

2.1. Bases Teóricas

2.1.1. Cítricos

El origen de los cítricos ha sido de diversos estudios botánicos e históricos, sin que existan un consenso absoluto sobre su procedencia exacta. No obstante, la evidencia científica disponible coincide en señalar que estas especies se domesticaron inicialmente en áreas tropicales y subtropicales del sureste de Asia, incluyendo regiones del sur de China, el noreste de India y el archipiélago malayo. Desde estos centros de origen, los cítricos se difundieron progresivamente hacia otras zonas del mundo, adaptándose a diferentes condiciones climáticas y edáficas, lo que permitió su amplia distribución actual (Ancillo y Medina, 2014).

2.1.2. Taxonomía

De acuerdo con Cáceres (2020), los cítricos constituyen un grupo botánico bien definido dentro de las angiospermas, cuya clasificación los ubica en el orden *Geraniales* y el suborden *Geranineae*. Pertenecen a la familia *Rutácea*, subfamilia *Aurantioideae* y la tribu *Citreae,* la cual se subdivide en tres subtribus. Entre ellas, la subtribu *Citrinae* reúne aproximadamente 13 géneros, destacando aquellos de mayor importancia agrícola y comercial como *Citrus, Poncirus* y *Fortunella,* comúnmente conocidos como cítricos o agrios.

Tabla 1

Taxonomía de la mandarina

Reino	Plantae
Familia	Rutaceae
Subfamilia	Aurantioidea
Género	*Citrus*
Especie	*C. reticulata*, *C. unshiu*, *C. reshni*

Nota: Tomado de Paredes y Arévalo (2015).

2.1.3. Morfología

Diego (2016) señala que la mandarina (*Citrus reticulata*) presenta características morfológicas bien definidas que permiten su identificación botánica. Se trata de un árbol, de porte mediano, alcanzando generalmente entre 2 y 6 m de altura, con tronco irregular, ramificación angulosa y ausencia de espinas. Las hojas simples, de forma ovalada a lanceolada, con dimensiones aproximadas de 3 - 8 cm de longitud y 1,5 - 4 cm de ancho, mostrando una coloración verde intenso y brillante en el haz, mientras que el envés es ligeramente más claro. Las inflorescencias de la mandarina se disponen de manera axilar o terminal, compuestas por flores pentámeras blancas y fragantes, con diámetro entre 1.5 y 2.5 cm. Presentan numerosos

estambres (18 - 23), mayormente libres, características típicas del género *Citrus*. El fruto presenta forma redondeada con ligera depresión apical, alcanzando entre 4 y 7 cm de longitud y 5 - 8 cm de diámetro. Su coloración evoluciona desde verde amarillento hasta tonos anaranjado-intensos durante la maduración. La cascara es fina, fragante y rica en glándulas oleosas, separándose fácilmente de un pulpa jugosa, dulce y refrescante. Las semillas son de forma oblongo-ovoide.

2.1.4. Especie y Variedades

Ancillo y Medina (2014) mencionan las especies y variedades cultivadas con fines comerciales de la siguiente manera:

- Clementina (C. *clementina* Hort.)
- Lima mexicana (C. *aurantifolia* (Christm.) Swingle)
- Lima Tahití (C. *latifolia* L.)
- Limonero (C. *limon* (L.) Burm. f.)
- Mandarina (C. *reticulata* Blanco)
- Naranjo amargo (C. *aurantium* L.)
- Naranjo dulce (C. *sinensis* (L.) Osbeck)
- Pomelo (C. *paradisi* Macf.)
- Satsuma (C. *unshiu* (Mak.) Marc.)
- Zamboa o pummelo (C. *maxima* (L.) Osbeck)

2.1.5. Fenología del Cultivo

El cultivo de cítricos atraviesa diversas fases fenológicas que influyen directamente en el desarrollo vegetativo y reproductivo de la planta. Estas etapas comprenden la formación de brotes, la floración, el cuajado, el crecimiento y la maduración del fruto, siento determinantes para la producción y la sanidad del cultivo.

Areosa (2012) señala que la fenología citrícola se estructura a partir de la inducción floral, seguida por la iniciación y diferenciación de yemas, la brotación y la floración. Posterior, ocurre el cuajado y el crecimiento de fruto, la antesis marca un punto clave del proceso, ya que a partir de ella el ovario reanuda su crecimiento, dando paso a las fases finales de desarrollo, madurez y eventual abscisión.

2.1.6. Enfermedades

El cultivo de cítricos es afectado por diversas enfermedades que reducen su productividad, entre ellas la tristeza de los cítricos, causada por *Closterovirus*, y los viroides asociados a Xiloporosis y la Exocortis. Asimismo, se presenta patologías fúngicas de importancia económica, como la gomosis ocasionada por *Phytophthora* spp., la antracnosis

causada por *Colletotrichum gloeosporioides*, la mancha marrón asociada a *Alternaria alternata* y la mancha grasienta producida por *Mycosphaerella citri*. Entre los patógenos que afectan órganos reproductivos, *B. cinerea* destaca por sus incidencias en flores y frutos jóvenes, ocasionando perdidas relevantes en el rendimiento y calidad del cultivo (Cáceres, 2020).

2.1.7. Moho gris (Botrytis cinerea)

2.1.7.1. Agente Causal.

El moho gris es una enfermedad ampliamente distribuida que afecta a numerosos cultivos agrícolas en distintas regiones del mundo. Su expresión sintomatológica varía el hospedante y las condiciones ambientales, pudiendo ocasionar lesiones o manchas foliares, pudriciones y deterioro de órganos como tubérculos, bulbos y raíces. Estas infecciones se presentan con mayor severidad en ambientes caracterizados por alta humedad relativa, donde el patógeno encuentra condiciones favorables para su desarrollo y diseminación (Agrios, 1996).

El agente causal de esta enfermedad es *B. cinerea*, hongo de hábito necrotrófico con un amplio rango de hospederos, superior a 200 especies vegetales. Su proliferación y actividad patogénica se ven favorecidas por ambientes con alta humedad relativa y temperaturas moderadas, generalmente entre 0 y 25 °C, condiciones bajo las cuales ocasiona la enfermedad conocida como “podredumbre gris” o” moho gris (Alvarez, 2013).

Según Benito (2010) afirma que el hongo *B. cinerea* describe la forma (incompleta o asexual) o estado anamorfo de *Botryotinia fuckeliana*. Sin embargo, el nombre del estado asexual es más reconocido por muchos fitopatólogos y micólogos.

2.1.7.2. Clasificación Taxonómica.

El moho gris es una enfermedad ocasionada por *Botrytis cinerea*, hongo con clasificación taxonómica definida por (Banda, 2014).

Tabla 2

Clasificación taxonómica de Botrytis cinerea

Reino	Fungí
División	Ascomycota
Subdivisión	Pezizomycotina
Clase	Deuteromycota
Orden	Moniliales
Familia	Moniliaceae
Género	*Botrytis*
Especie	*Botrytis cinerea*

Nota: Tomado de Banda (2014) y Lagos (2018).

2.1.7.3. Características Morfológicas.

Bartolo (2019) señala que *B. cinerea* se caracteriza por el desarrollo de abundante micelio de tonalidad grisácea y la formación de conidióforos largos, erectos y ramificados. En el extremo de estas estructuras se originan células apicales globosas que producen agrupaciones de conidios unicelulares, de forma ovoide y coloración hialina a gris, cuya disposición recuerda a un racimo de uvas. Estas estructuras constituyen los principales órganos de dispersión del patógeno. Asimismo, Alvarez (2013) destaca que la morfología y funcionalidad de las estructuras reproductivas y vegetativas de *B. cinerea* desempeñan un papel determinante en el proceso de infección del hospedero, por lo que su conocimiento resulta fundamental para el diseño de estrategias alternativas de manejo fitosanitario.

El moho gris presenta como principales estructuras morfológicas el micelio, los conidióforos, los conidios y los esclerocios como órganos de supervivencia.

2.1.7.3.1. Micelio.

El micelio es un conjunto organizado de hifas septadas y morfología cilíndrica que constituye la principal estructura vegetativa de los hongos. Según lo descrito por Casimiro (2022), el crecimiento micelial ocurre mediante procesos de división citoplasmática y cumple funciones fundamentales como el soporte estructural del organismo y la diseminación de enfermedades, al mantenerse viable en restos vegetales infectadas. A partir del micelio senescente se diferencian estructuras que contribuyen supervivencia del hongo en condiciones ambientales desfavorables.

2.1.7.3.2. Conidióforos.

Martínez (2012) indica que lo conidióforos son hifas especializadas con la capacidad de producir esporas o conidios, simples o ramificadas. *B. cinerea* presentan estructuras de 2 mm de largo y 16 a 30 mm de espesor. Generalmente los conidióforos suelen ser ramificados y tienen forma de una estructura tronco y numerosas pequeñas ramas abiertas. Tienen un tono suave y transparente de un color gris a gris café.

2.1.7.3.3. Conidios.

Juma (2019) describe que los conidios son unicelulares, hialino, ovoides a elipsoides, ligeramente coloreadas, de bordes lisos, por lo general miden entre 6 a 102 x 7.5 a 14 µm de tamaño. Los conidios se forman a partir de conidióforos, que son erectos (aéreos), se ramifican libremente y producen conidios en forma de racimos.

2.1.7.3.4. Esclerocios.

Los esclerocios de *B. cinerea* constituyen estructuras de resistencia formadas por la comparación de hifas entrelazadas, las cuales originan cuerpos duros, de coloración oscura y

elevada capacidad supervivencia. Su formación esta influenciada por factores ambientales como la temperatura, el pH y la disponibilidad del sustrato. El desarrollo de estas estructuras ocurre de manera progresiva, iniciándose con la aparición de pequeños agregados miceliales, seguido por una fase de crecimiento activo y culminación en la maduración, caracterizada por la diferenciación de la superficie externa y la pigmentación de las hifas periféricas, lo que permite al patógeno persistir en condiciones adversas (Villalobos, 2006).

2.1.7.4. Sintomatología.

La sintomatología del moho gris varía en función de las condiciones ambientales y del órgano vegetal afectado. No obstante, uno de los signos más característicos es la presencia de una pudrición blanda acompañada por abundantes masas pulverulentas se conidios de color gris sobre hojas, flores y frutos. En estadios avanzados, el patógeno puede provocar pudriciones extensas en frutos, así como lesiones tipo cancro y necrosis en tallos, marchitez de plántulas, manchas foliares y deterioro de bulbos o raíces. Estas manifestaciones afectan significativamente la calidad y sanidad de los productos agrícolas generando perdidas poscosecha y problemas fitosanitarios en diversos cultivos (Cáceres, 2020).

2.1.7.5. Epidemiología.

Los hongos fitopatógenos presentan diversas estrategias epidemiológicas que les permiten infectar, sobrevivir y diseminarse en los cultivos. En este contexto, *B. cinerea* es clasificado como un hongo necrotrófico, ya que obtiene sus nutrientes a partir de tejidos vegetales previamente dañados o muertos, diferenciándose de los biótrofos y hemibiótrofos por su modo de colonización del hospedero (Archila, 2018). Presenta un amplio rango de hospedero y una notable adaptabilidad ambiental, desarrollándose entre 0 - 35 °C. Sin embargo, su mayor actividad patogénica ocurre en condiciones de temperatura moderada, entre 15 y 20 ºC, asociadas a alta humedad relativa (Chávez, 2016).

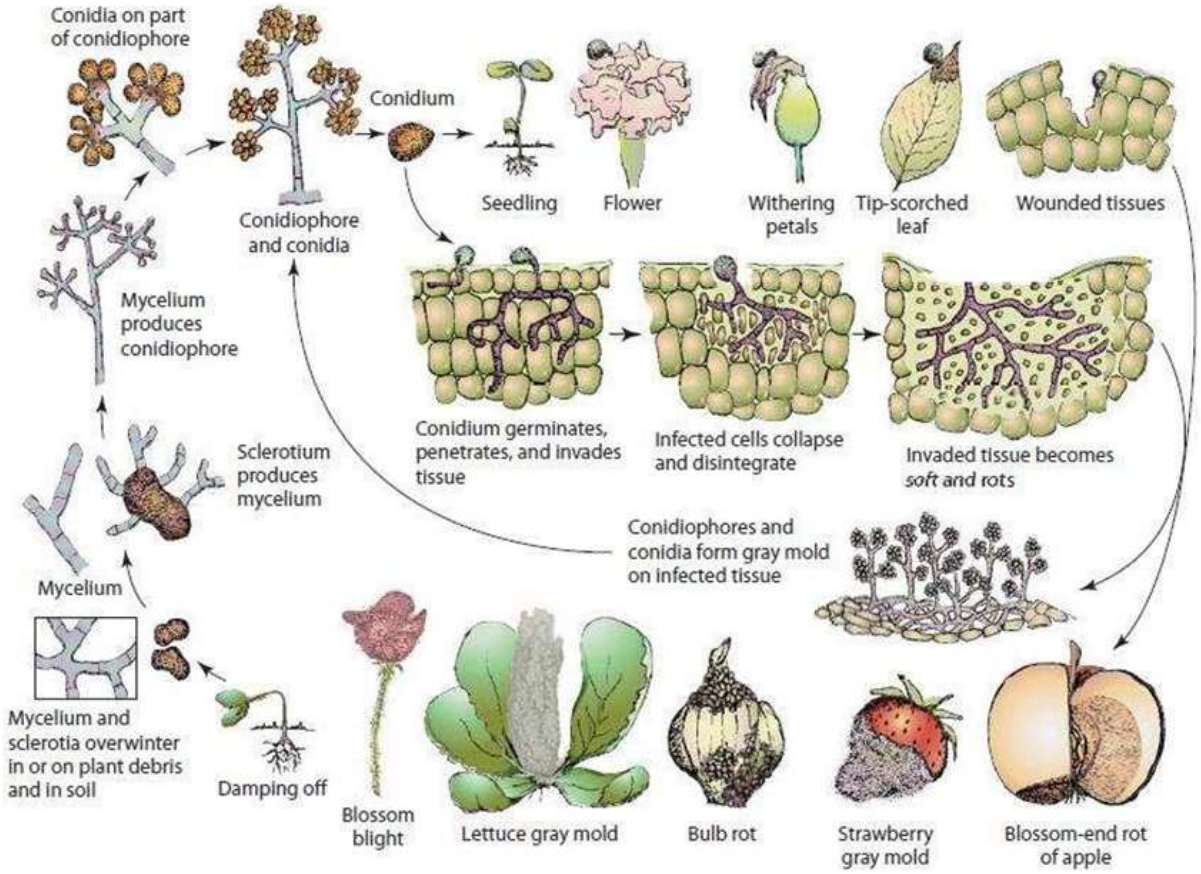
2.1.7.6. Ciclo Biológico.

El ciclo biológico de *B. cinerea* se inicia con dispersión del inoculo, principalmente conidios, los cuales son transportados principalmente por corriente de aire, salpicaduras de lluvia e insectos hasta alcanzar tejidos vegetales susceptibles. Una vez depositadas sobre la superficie vegetal y en presencia de condiciones ambientales favorables, especialmente humedad, los conidios se hidratan y se adhieren al tejido, dando inicio al proceso de germinación. Durante esta etapa, se forma tubos germinativos que penetran al hospedante a través de heridas, estomas o lenticelas. Posteriormente, el patógeno secreta enzimas degradativas que provocan la muerte celular, permitiendo la invasión y expansión del micelio

permitiendo la invasión y expansión del micelio en los tejidos afectados, característica típica de su comportamiento necrotrófico (Caiza, 2013).

Figura 1

Ciclo Biológico de B. cinerea



Nota. Tomado de Agrios, 2005

2.1.8. Control de Botrytis cinerea

Vilca (2021) afirma que el control hacia el hongo *B. cinerea* es complejo en varios cultivos, asimismo en postcosecha. Además, ocurre en las plantas tan pronto como se encuentran las condiciones adecuadas para la reproducción. El control biológico comenzó hace muchos años en la actualidad sigue siendo importante, aunque los fungicidas sintéticos se utilizan en mayor proporción.

2.1.8.1. Control Cultural.

Para Chávez (2016) describe las prácticas culturales adoptadas para el control de *B. cinerea* es la eliminación de hojas viejas y restos de plantas; asimismo evitar que las flores sean infectadas y evitar heridas. En condiciones cerradas, se debe mantener la ventilación y la calefacción e instalando, ventiladores para mejorar la circulación del aire. Los intentos de mantener altas temperaturas durante el día para apoyar la producción de cultivos, así como regular las temperaturas nocturnas, pueden reducir las infecciones por *B. cinerea* también se

debe evitar el exceso de humedad tanto durante el riego como el ambiente, ya sea entre la distancia entre plantas para el suministro de aireación.

2.1.8.2. Control Biológico.

Según Torres et al. (2008) señalan que el control biológico constituye una alternativa, eficiente y sostenible para el manejo de enfermedades en plantas, basada en el empleo de microrganismos antagonistas, especialmente hongos micoparásitos como las especies del género *Trichoderma*. Esto organismos actúan directamente sobre hongos fitopatógenos mediante diversos mecanismos, reduciendo la necesidad del uso de fungicidas químicos sintéticos, los cuales generan problemas de resistencia, altos costos de aplicación y efectos negativos sobre el ambiente.

Asimismo, Camarena (2012) indica que el control de hongos fitopatógenos mediante microrganismo antagónicos se fundamenta en la actividad antifúngica ejercida por bacterias, hongos y actinomicetos del suelo, conocidos como hiperparásitos o micoparásitos. Entre los ejemplos más representativos destaca *Trichoderma* spp., ampliamente utilizado en el control de patógenos como *Sclerotium rolfsii*, *Sclerotium cepivorum*, *Verticillium dahliae* y *Rhizoctonia solani*, debido a su capacidad de colonizar y parasitar directamente al patógeno.

2.1.8.3. Control Químico.

Según Llanos (2017) señala que el control químico de enfermedades fitopatológicas se basa fundamentalmente en la disponibilidad y eficacia de los productos fitosanitarios utilizados en campo. No obstante, el uso de fungicidas sintéticos ha sido progresivamente restringido debido a los problemas asociados a la contaminación ambiental, la presencia de residuos químicos en los frutos y las exigencias relacionadas con los periodos de carencia previos a la cosecha. Asimismo, la elevada capacidad adaptativa de *B. cinerea* frente a botricidas comerciales ha favorecido la aparición de cepas resistente, lo que obliga a incrementar las dosis o rotar constantemente los ingredientes activos, incrementos el riesgo de acumulación de residuos y afectación al medio ambiente.

2.1.9. Control Biológico de Enfermedades

Según Camarena (2012), el control biológico se fundamenta en la disminución del inoculo o de la actividad del patógeno mediante la acción de organismos antagonistas, ya sea de forma natural o mediante su manejo dirigido. En el caso de hongos fitopatógenos, esta estrategia implica el uso de microorganismo capaces de interferir con la supervivencia, colonización o expresión patogénica, constituyéndose en una alternativa sostenible para la supresión de enfermedades vegetales.

2.1.9.1. Mecanismos de Acción.

Infante et al. (2009) describen los diferentes mecanismos de acción de organismos antagonistas, las cuales son:

2.1.9.1.1. Competencia.

La competencia es un mecanismo de antagonismo biológico que ocurre cuando dos o más microorganismos disputan recursos limitados, tales como espacio, nutrientes o sustratos, favoreciendo al organismo con mayor eficiencia de colonización y aprovechamiento. La expresión de este mecanismo depende tanto de las características propias del agente antagonista como de factores ambientales, entre ellos el pH del suelo, la temperatura, la humedad y la disponibilidad de nutrientes, los cuales influyen directamente en su desempeño frente al patógeno (Infante et al., 2009).

2.1.9.1.2. Antibiosis.

La antibiosis corresponde a un mecanismo de antagonismo biológico en el cual un microorganismo inhibe el desarrollo de otro mediante la producción de metabolitos secundarios con actividad tóxica o inhibitoria. No obstante, este mecanismo no debe considerarse como la principal forma de acción de los agentes de control biológico, ya que el uso reiterado de compuestos antibióticos puede favorecer la selección de cepas patógenas resistentes, comprometiendo su eficacia a largo plazo (Chávez, 2016).

2.1.9.1.3. Micoparasitismo.

De acuerdo con Infante et al. (2009), el micoparasitismo es una forma de antagonismo fúngico en la que un organismo utiliza mecanismos bioquímicos y enzimáticos, como la secreción de quitinasas y celulasas, para invadir, degradar y colonizar directamente a otro hongo, limitando su desarrollo y capacidad patogénica. Asimismo Stocco (2014) define el micoparasitismo como una relación establecida entre dos hongos, uno parásito de otros. En esta interacción solo gana el hongo parásito, que muchas veces recibe nutriente a cambio de nada, y en ocasiones provoca su muerte. Siendo un proceso complejo que se asocia entre especies cercanas o muy alejadas sistemáticamente.

2.1.10. Hongos Antagonistas

Llicahua (2018) menciona que los hongos antagonistas tienen un mecanismo de acción que les otorga una plasticidad ecológica que los haces resistentes a un alto potencial de uso en la industria de la biotecnología como regulador de plantas de importancia económicas. Asimismo, Barrera y Echenique (2019) señalan que existen diversos grupos de hongos y bacterias con capacidad antagónica frente a otros microorganismos. Estos organismos son

aprovechados por el ser humano como una herramienta natural para limitar el desarrollo de patógenos presentes tanto en el suelo como en la parte aérea de las plantas.

Los hongos antagonistas constituyen un componente esencial del equilibrio biológico en los sistemas agrícolas, ya que contribuyen a la supresión natural de enfermedades causadas por fitopatógenos. Su acción se basa en distintos mecanismos, entre los que destacan la competencia por espacio y nutrientes, la liberación de compuestos inhibitorios y el micoparasitismo directo. Estas capacidades, sumadas a su alta adaptabilidad y rápida multiplicación, los convierten en herramientas estratégicas para el control biológico y el fortalecimiento de prácticas agrícolas sostenibles (Fernández, 2001).

2.1.10.1. Hongos Antagonistas como Biocontroladores.

Robles (2011) menciona que los microorganismos como los (hongos, bacterias y virus) han sido descritos como agentes de control biológicos contra enfermedades en cultivo de importancia económica. Casi todas las enfermedades y plagas se ven afectados por algún organismo antagonistas. En muchos casos, estos organismos son los reguladores más importantes de las poblaciones microbianas que causan enfermedades en la naturaleza.

2.1.10.2. Mecanismo de Acción de Hongos Antagonistas.

Los hongos antagonistas poseen diversos mecanismos que le permiten interferir en el desarrollo de patógenos de importancia agrícola. No obstante, para lograr una aplicación eficiente en programas de control biológico, resulta indispensable la adecuada selección de cepas con alta efectividad, así como el desarrollo de métodos de aplicación acordes a las condiciones del agroecosistema. En este contexto, la comprensión detallada de los procesos de interacción entre antagonistas y patógenos constituye un aspecto clave para optimizar su uso dentro de estrategias sostenibles de manejo fitosanitario (Vidal et al., 2021).

De acuerdo con Romero-Cortes et al. (2015) los hongos antagonistas manifiestan su efecto biocontrolador a través de distintos mecanismos biológicos, entre los que se incluyen la competencia por recursos, la síntesis de metabolitos con actividad antibiótica y el micoparasitismo. Este último se caracteriza por una interacción directa entre el antagonista y el patógeno, en la cual se produce la invasión de sus estructuras, la alteración de la pared celular y la membrana plasmática, así como la degradación del contenido citoplasmático, restringiendo de manera efectiva su crecimiento y capacidad de infección.

2.1.10.3. Metabolitos Secundarios.

Al-Fakih (2014), los metabolitos producidos por los organismos pueden clasificarse en primarios y secundarios, de acuerdo con su función biológica. Mientras que los metabolitos primarios están directamente relacionados con el crecimiento y desarrollo celular, los

metabolitos secundarios participan principalmente en procesos de defensa, adaptación y supervivencia frente a otros organismos. En este sentido, Khan et al. (2014) señalan que los metabolitos secundarios comprenden un amplio grupo de compuestos naturales con elevada diversidad estructural y funcional, los cuales poseen relevancia tanto desde el punto de vista biológico como por su potencial aplicación comercial.

2.1.10.3.1. Producción de Metabolitos Secundarios.

De acuerdo con Mesa-Vanegas et al. (2019) refieren una característica clave de los hongos antagonistas en la producción de metabolitos secundarios. Estos compuestos son agentes antimicóticos con propiedad como antifúngicas, antibacterianas, nematicidas e insecticidas y pueden inhibir eficazmente el crecimiento de otros microorganismos, incluyendo fitopatógenos.

2.1.10.3.2. Metabolitos Secundarios con Actividad Antifúngica.

Según Gunatilaka (2006) una de las principales cualidades de los hongos antagonistas es su capacidad para sintetizar metabolitos secundarios con actividad biológica, los cuales desempeñan un papel clave en el control biológico y en diversas aplicaciones industriales. Estos compuestos presentan propiedades antifúngicas, antibacterianas e insecticidas, contribuyendo a la supresión de fitopatógenos y a la disminución de la dependencia de fungicidas sintéticos, especialmente frente a problemas de resistencia.

2.1.11. Hongos Asociados a la Rizósfera

Jiménez et al. (2009) analizaron la comunidad fúngica asociada a la rizósfera y raíces del ajo (*Allium sativum* L.), identificando una diversidad de hongos con distintos roles ecológicos. En su estudio se reportaron especies saprofíticas y con potencial patogénico, tales como *Aspergillus terreus, A. niger, Rhizopus stolonifer, Cladosporium, Penicillium* sp., *F. equiseti, F. oxysporum, F. solani y Pythium* sp. Asimismo, se resaltó la presencia de hongos con actividad antagonista, destacando a *Trichoderma harzianum* por su reconocida capacidad para el control biológico de fitopatógenos.

2.2. Antecedentes

A. Antecedentes Nacionales

Torres et al. (2008) investigaron la capacidad antagonista de diferentes hongos en el control del moho foliar del tomate, causado por *Cladosporium fulvum*, mediante ensayos realizados en laboratorio e invernadero. En dicho estudio se analizó la eficacia antagonista de cuatro especies fúngicas: *Hansfordia pulvinata, Trichoderma harzianum, T. viride y T. virens* empleando bioensayos de confrontación en placas precolinizadas. Los aislamientos fueron cultivados en medios específicos, utilizando agar Sabouraud para especies de *Trichoderma* y

agar V8 para *H. pulvinata*. Los resultados *in vitro* evidenciaron diferencias significativas en el crecimiento micelial según la temperatura y el tiempo de incubación, destacándose *T. harzianum* y *T. viride* por su mayor capacidad antagonista frente al patógeno. Asimismo, se determinó que el micoparasitismo fue el mecanismo de acción predominante. Bajo condiciones de invernadero, *T. harzianum* mostro el mayor efecto de control, logrando una reducción de la severidad de la enfermedad hasta un 19.35% los que resalta su potencial como agente de biocontrol.

Memenza (2009) evaluó el potencial de control biológico de *B. cinerea* mediante hongos antagonistas asociado de vid bajo condiciones *in vitro*, se recolectaron muestra de hojas de vid con signos a *B. cinerea*, se aisló e identifico 12 cepas *Trichoderma viride* de hongos antagónicos nativos de la vid. Para ello, se recolectaron hojas con síntomas del patógeno y se aislaron e identificaron doce cepas nativas de *T. viride*. La actividad antagonista fue determinada mediante prueba de micoparasitismo utilizando el método de placas precolinizadas, incubadas a24 °C y 28 °C, los resultados evidenciaron que el aislado CH-30 presento un alto nivel de antagonismo, logrando colonizar completamente el patógeno, con valores de inhibición de hasta 54.67% y una agresividad micoparasítica al 98%lo que resalta su potencial como agente de biocontrol.

Camarena (2012) analizó el potencial antagonista de diferentes cepas fúngicas frente a *Alternaria alternata* (Fr.), agente causal de la mancha parda en cítricos. El estudio incluyó evaluaciones *in vitro* de siete cepas pertenecientes a los géneros *Trichoderma* (cinco cepas), *Pochonia* (una cepa) y *Clonostachys* (una cepa), empleando la técnica de cultivos duales para determinar su capacidad de inhibición del patógeno. Los resultados evidenciaron que la cepa *Trichoderma* R6 presentó el mayor efecto antagonista frente a *A. alternata*. Asimismo, bajo condiciones de campo, el tratamiento basado en el filtrado de dicha cepa alcanzó un nivel de control del 58.33 %, destacando su potencial como alternativa biológica para el manejo de esta enfermedad

Leon et al. (2018) evaluaron el potencial de cepas de *Trichoderma* con capacidad endófita para el control biológico de mildiu (*Peronospora variabilis* Gäum.) y su efecto sobre el rendimiento del cultivo de quinua. El estudio se desarrolló utilizando semillas de la variedad Salcedo INIA, las cuales fueron tratadas mediante paletización con suspensiones *Trichoderma* ($1x10^6$ ufc. semilla^{-1}), mientras que el sustrato fue previamente infestado con conidios de diez cepas del hongo. La colonización endófita se evaluó en plantas de 30 y 60 días bajo condiciones controladas, complementándose con cuatro aplicaciones foliares ($1x10^7$ ufc.ml^{-1}) durante la campaña agrícola 2015-2016. Los resultados indicaron que la infestación del sustrato favoreció

significativamente la colonización endófita, alcanzado un promedio máximo de 34.24%. Entre las cepas evaluadas destacó la cepa T10 con un 60% de colonización, seguida de T3 (56.67%) y T2 (43.33%) a los 60 días. Asimismo, los tratamientos T1, T3 y T2 presentaron menor incidencia de mildiu y los mayores rendimientos de grano, con valores de 3127.30, 3029.12 y 2866.57 kg. ha^{-1} respectivamente, en comparación con el testigo, que registro solo 1141.27 kg. ha^{-1}. Estos resultados evidencias el potencial.

Condori et al. (2016) llevaron a cabo un estudio orientado a la selección e identificación de hongos antagonistas nativos asociados al cultivo de haba (*Vicia faba* L.), con el objetivo de evaluar su potencial en el control biológico de *Botrytis fabae* Sard. Las muestras de rizósfera fueron recolectadas en cinco distritos de la región Puno (Acora, Chucuito, Ilave, Juli y Platería), a partir de las cuales se aislaron 17 cepas fúngicas, principalmente pertenecientes a los géneros *Trichoderma y Clonostachys*. La capacidad antagonista de las cepas fue determinada mediante ensayos de antibiosis y micoparasitismo. En las pruebas de antibiosis, los metabolitos secundarios producidos por la cepa TRCH-12 mostraron el mayor efecto inhibitorio sobre el patógeno, con una reducción del 54.6 %, mientras que la cepa TRCH-11 presentó una inhibición mínima (3.62 %). Asimismo, en los ensayos de micoparasitismo, catorce cepas de *Trichoderma* y una de *Clonostachys* evidenciaron un comportamiento altamente agresivo, logrando una colonización total del patógeno. En contraste, las cepas *Trichoderma* TRI-1 y TRCH-13 manifestaron una menor capacidad de colonización, con valores de 76.67 % y 73.33 %, respectivamente. Estos hallazgos respaldan el uso de hongos rizosféricos nativos como herramientas prometedoras para el manejo sostenible de enfermedades fúngicas en cultivos de leguminosas.

B. Antecedentes Internacionales

Quiroga-Rojas et al. (2012) evaluaron el potencial antagonista de microorganismos rizosféricos frente a *Fusarium* spp., agente causal de la pudrición radicular en maracuyá. Para ello, se aislaron bacterias del género *Azotobacter* spp. y *Azospirillum* spp., así como hongos del género *Trichoderma* spp., a partir de la rizósfera de plantas sanas, mientras que el patógeno fue obtenido de plantas enfermas. En los ensayos de confrontación dual, un aislado nativo de *Trichoderma* spp. y un producto comercial a base de *Trichoderma lignorum* lograron inhibiciones del crecimiento micelial de *Fusarium* spp. de 94.2 % y 93.6 %, respectivamente. En condiciones de vivero, la eficacia del antagonista se evaluó en tres momentos de aplicación: antes, durante y después de la inoculación del patógeno. La aplicación preventiva redujo la incidencia de la enfermedad, observándose niveles de infección entre 50 y 75 %, mientras que las aplicaciones simultáneas o posteriores disminuyeron la infección hasta un 25 %. Estos

resultados evidencian que la aplicación temprana de agentes de biocontrol mejora significativamente la protección de las plántulas frente al patógeno.

Matute (2019) analizó el potencial de hongos filamentosos como agentes de control biológico del moho gris (*Botrytis cinerea*) en el cultivo de fresa, mediante ensayos en laboratorio y campo. En la fase experimental *in vitro*, el patógeno fue aislado a partir de hojas y frutos con síntomas de la enfermedad y cultivado en medio PDA. Posteriormente, se aplicó un diseño completamente al azar que incluyó dos tratamientos correspondientes a las cepas J1 y Y1 de *Trichoderma harzianum*. Los ensayos de antagonismo, realizados mediante cultivos duales, evidenciaron una elevada capacidad inhibitoria del patógeno, alcanzando porcentajes de inhibición de 72,3 % y 72,6 % para las cepas J1 y Y1, respectivamente. En la fase de campo, la aplicación de ambas cepas se realizó en parcelas con presencia confirmada de *B. cinerea*, observándose una reducción significativa de la enfermedad. Los resultados demostraron que *T. harzianum* constituye una alternativa eficaz para el manejo biológico del moho gris en fresa.

Marín-Chacón et al. (2017) seleccionaron e identificaron hongos antagónicos de *B. cinerea* Pers., en plantaciones de mora, se recolectaron muestra de 10 frutos de mora en 3 diferentes estados fenológicos de desarrollo: maduros, intermedios, recién cuajados y secos en 4 ciudades como: (Bajo Canet, División, Jardín y Luchita). El método utilizado fueron los frutos sin desinfectar y cultivado directamente en placas Petri en medio de cultivó PDA + ácido láctico. Como resultado del proceso de aislamiento, se obtuvieron 43 cepas fúngicas pertenecientes a diez géneros, entre los que se identificaron *Aspergillus* sp., *Bispora* sp., *Cladosporium* spp., *Colletotrichum* sp., *Curvularia* sp., *Macrophoma* sp., *Paecilomyces* spp., *Pestalotia* spp., *Rhizoctonia* sp., y *Trichoderma* spp. La evaluación de la actividad antagonista se llevó a cabo mediante la técnica de cultivos duales, competencia por sustratos y pruebas de antibiosis. Los resultados indicaron que los aislamientos de *Trichoderma* (BC1, J14, J2.2 y J2.1) presentaron los mayores de inhibición del crecimiento micelial de *B. cinerea*, alcanzando valores cercanos al 70 %, lo que los clasificó como altamente eficientes. En los ensayos a nivel de campo, los aislamientos BC1, J2.2 y J2.1 mostraron el mayor efecto supresor sobre el patógeno, confirmando su potencial como agentes de control biológico. Estos resultados evidencian la relevancia de los hongos antagonistas nativos, particularmente del género *Trichoderma*, como una alternativa sostenible para el manejo de *B. cinerea* en el cultivo de mora.

Quiroz-Sarmiento et al. (2008) evaluaron el potencial antagonista *in vitro* de cepas nativas de *Aspergillus* y *Trichoderma* frente *Penicillium* sp. y *Fusarium* spp., patógenos asociados al cultivo de ajo. Se colectaron muestra de plantas enfermas y de la rizósfera, raíces

y bulbos de plantas sanas, se aislaron 22 cepas fúngicas, correspondiente a 18 aislamientos de *Aspergillus* y 4 *Trichoderma.* La actividad antagonista se determinó mediante cultivo duales, registrándose porcentaje de inhibición del crecimiento micelial del patógeno. Teniendo como resultados, solo ocho cepas presentaron algún mecanismo de antagonismo hacia la cepa de *Penicillium* y hacia las dos cepas de *Fusarium*. Seis de estos correspondieron al generó de *Aspergillus* y dos de a *Trichoderma,* inhibieron a los 3 patógenos en un rango de 40 al 83%. En cambio, la cepa SP-11 mostró un efecto limitado, con una inhibición del 24%, en el crecimiento de dos cepas de *Fusarium* y en 56% a la cepa de *Penicillium*. La cepa de *Aspergillus* SN-7 evidencio una inhibición moderada (38%) frente *a Fusarium* sp.1 y *Penicillium*, mientras que la cepa de *Aspergillus* (SP-21) presentó actividad antagonista únicamente contra *Penicillium*, alcanzando un 50%. Las cepas de *Trichoderma* evidenciaron el mayor efecto antagonista frente a ambos patógenos, con niveles de inhibición entre 70% y 100%, sobresaliendo la cepa RP-12b por lograr la supresión total del crecimiento micelial. En cuanto a los mecanismos de acción, *Aspergillus* actuó principalmente mediante competencia y antibiosis, mientras que *Trichoderma* presentó un comportamiento micoparasítico marcado, asociado a su mayor eficacia biocontroladora.

Pincay et al. (2021) analizaron la capacidad antagonista de especies de *Trichoderma* y de hongos endófitos aislados de mora (*Rubus glaucus* Benth.) como alternativa de control biológico frente a *Botrytis cinerea*. El patógeno fue obtenido a partir de frutos con síntomas característicos, incubados en cámaras húmedas a 20 °C durante siete días y posteriormente cultivados en medio PDA. Para el aislamiento de los microorganismos benéficos, se emplearon segmentos de tallos previamente desinfectados, a partir de los cuales se identificaron morfológicamente *Clonostachys* sp. y *Alternaria* sp., además de aislamientos de *Trichoderma asperellum* y *Trichoderma* sp. procedentes del INIAP. La evaluación antagonista se realizó mediante la técnica de cultivo dual. Los resultados evidenciaron que *T. asperellum* y *Trichoderma* sp. alcanzaron el grado I en la escala de Bell, con porcentajes de inhibición micelial de 75,6% y 75,1%, respectivamente. En contraste, *Clonostachys* sp. presentó un grado II con inhibiciones de 55,2% y 54,6%, mientras que *Alternaria* sp. mostró menor efecto antagonista (grado III). Estos hallazgos confirman la elevada eficacia de especies de *Trichoderma* como agentes de control biológico contra *B. cinerea*.

2.3. Definición de Términos Básicos

- **Hongos antagonistas:**

Los hongos antagonistas son microorganismos capaces de limitar o suprimir el desarrollo de hongos fitopatógenos mediante distintos mecanismos de interacción biológica.

Su empleo se ha incorporado progresivamente en los programas de manejo integrado de plagas y enfermedades, debido a su eficacia en la reducción de patógenos y a su contribución a sistemas agrícolas más sostenibles Llicahua (2018).

- **Fungicidas**

Son compuestos químicos o formulaciones de naturaleza tóxica diseñados para prevenir, reducir o eliminar el desarrollo de hongos fitopatógenos responsables de enfermedades en cultivos de importancia económica, contribuyendo al manejo sanitario de los sistemas agrícolas (Sánchez-León et al., 2015).

- **Antibiosis**

La antibiosis es un mecanismo de antagonismo biológico que ocurre cuando un microorganismo inhibe o limita el desarrollo de otro mediante la liberación de compuestos químicos bioactivos, los cuales interfieren en su crecimiento, metabolismo o viabilidad celular (Chávez, 2016).

- **Cepas**

Según Agrios (1996), una cepa se define como un conjunto de microorganismos ya sea bacterianos, fúngicos o virales que provienen de un mismo aislamiento y que presentan características genéticas, fisiológicas o antigénicas comunes, las cuales permiten diferenciarlas de otras poblaciones de la misma especie.

- **Cepas Nativas**

Las cepas nativas corresponden a aislamientos microbianos obtenidos directamente de su ambiente natural, como suelo, tejidos vegetales o residuos orgánicos, donde se desarrollan de manera espontánea y adaptada a las condiciones locales. Estas cepas se caracterizan por presentar rasgos biológicos comunes y por su potencial interacción con otros organismos del ecosistema, lo que las convierte en candidatas relevantes para estudios de control biológico y manejo fitosanitario (Luna y Lecuona, 2002).

- **Hongos**

De acuerdo con Cañedo y Ames (2004), los hongos son organismos microscópicos que pueden desarrollarse como saprófitos, parásitos o en asociación simbiótica con otros seres vivos. Se caracterizan por obtener sus nutrientes mediante absorción osmótica y por presentar ciclos biológicos que incluyen fases sexuales y asexuales, lo que les permite adaptarse a diversos ambientes.

- **Mecanismo de acción**

Los mecanismos de acción corresponden al conjunto de procesos mediante los cuales los organismos antagonistas limitan o regulan el desarrollo de hongos fitopatógenos. Entre los

más relevantes se encuentran la competencia por espacio y nutrientes, el micoparasitismo y la antibiosis, los cuales actúan de manera directa sobre el patógeno, interfiriendo en su crecimiento, supervivencia y capacidad de infección (Infante et al., 2009).

- **In vitro**

Agrios (1996) define el término *in vitro* como el conjunto de procedimientos experimentales realizados fuera del organismo o sistema natural, bajo condiciones controladas de laboratorio, que permiten evaluar procesos biológicos mediante el uso de medios artificiales y técnicas especializadas.

- **Medio de Cultivo**

De acuerdo con Agrios (1996), un medio de cultivo es un sustrato artificial formulado con condiciones nutritivas y ambientales adecuadas que permiten el crecimiento, desarrollo y mantenimiento de microorganismos o tejidos vegetales en condiciones controladas. Estos medios proporcionan los nutrientes esenciales necesarios para la multiplicación y observación de colonias microbianas o células vegetales con fines experimentales y de investigación.

- **Metabolitos Secundarios**

Los metabolitos secundarios son compuestos orgánicos producidos como resultado de rutas metabólicas no esenciales para el crecimiento primario del organismo, pero que cumplen funciones ecológicas y biológicas específicas, como la defensa, la competencia o la comunicación con otros organismos. En los hongos, estos metabolitos suelen presentar actividad biológica relevante, incluyendo propiedades antifúngicas y antibacterianas (Rey et al., 2007).

- **Esclerocios**

Villalobos (2006) define a los esclerocios como estructuras de resistencia formadas por hifas densamente entrelazadas, que dan lugar a cuerpos compactos y de consistencia dura. Estas estructuras cumplen una función adaptativa esencial, ya que permiten la supervivencia del hongo bajo condiciones ambientales adversas, garantizando su persistencia hasta que el entorno sea nuevamente favorable para su desarrollo.

- **Micelio**

De acuerdo Andrés (2015), el micelio constituye la fase vegetativa de los hongos y está conformado por un entramado de hifas. A partir de esta estructura se originan los conidióforos y las esporas de resistencia, desempeñando un papel fundamental en el crecimiento, nutrición y reproducción del organismo fúngico.

- **Inhibición Micelial**

La inhibición micelial se refiere a la disminución o detención del crecimiento del micelio de un hongo fitopatógeno como resultado de la interacción con microorganismos antagonistas, los cuales interfieren directamente en su desarrollo mediante diversos mecanismos de acción, limitando su expansión y actividad patogénica (Infante et al., 2009).

- **Patógenos**

Rey et al. (2007) definen a los patógenos como organismos que provocan enfermedades en las plantas. También denominados fitopatógenos, estos agentes interactúan con los tejidos vegetales causando daños que pueden ir desde alteraciones leves hasta la muerte celular, afectando la integridad y el desarrollo de la planta.

- **Rizósfera**

Según Bernabé (2016), la rizósfera corresponde a la zona del suelo que rodea directamente a las raíces y cuya composición y actividad está influenciada por los exudados radiculares y la presencia de microorganismos asociados. Esta región se puede dividir en tres áreas: la endorizósfera, ubicada dentro de los tejidos radiculares; el rizoplano, que corresponde a la superficie de la raíz; y la ectorizósfera, que abarca el suelo adyacente afectado por la raíz.

- **Antagonismo**

Según Robles (2011), el antagonismo se refiere a la interacción entre organismos en la que uno de ellos puede inhibir o afectar negativamente el crecimiento, desarrollo o función del otro. Este fenómeno puede manifestarse a través de la competencia por recursos, la producción de sustancias inhibitorias o la destrucción directa de los organismos competidores.

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis General

Existen cepas de géneros de hongos asociados a la rizósfera de plantas de *Citrus reticulata* con capacidad antagónica hacia el patógeno del moho gris de la mandarina (*Botrytis cinerea*).

3.1.2. Hipótesis Específicas

H.E.1: Existen géneros de hongos asociados a la rizósfera de plantas de mandarina (*Citrus reticulata*) en el valle Cañete.

H.E.2: Existen cepas de géneros de hongos asociados a la rizósfera de *Citrus reticulata* con capacidad antagónica hacia el patógeno del moho gris de la mandarina (*Botrytis cinerea*) *In vitro.*

3.2. Definición Conceptual de las Variables

3.2.1. Variable Independiente

Cepas de hongos antagónicos: Se determinará la capacidad antagónica de cepas de hongos antagonistas hacia *Botrytis cinerea*.

3.2.2. Variable Dependiente

Crecimiento micelial de *Botrytis cinerea* (Antibiosis): Se determinará el porcentaje de inhibición micelial del patógeno en presencia de los metabolitos secundarios liberados por hongos antagónicos.

Colonización de *Botrytis cinerea* por los hongos antagónicos (Micoparasitismo): Se determinará el porcentaje de colonización del patógeno por los géneros y/o cepas de los hongos antagónicos.

3.3. Operacionalización de las Variables

En la tabla 3 se presenta la operacionalización de las variables del estudio, donde se detallan las variables independientes y dependientes, junto con sus respectivos indicadores y índice. Esta estructura permite una comprensión clara de cómo se evaluarán y analizarán los diferentes aspectos del estudio.

Tabla 3

Matriz de Operacionalización de las variables

Variables	Indicadores	Índice
Variable Independiente		
Cepas de hongos antagónicos	Se determinará la capacidad antagónica de cepas asociada a la rizósfera de mandarina hacia *Botrytis cinerea*	%
Variable Dependiente		
Géneros	Estructuras vegetativas	Forma Color
	Estructuras reproducción	Forma Color
	Estructuras conservación	Forma Color
Antibiosis cepas hongos nativos de mandarina hacia *Botrytis cinerea*	Se determinará el porcentaje de inhibición micelial del patógeno en presencia de los metabolitos secundarios liberados por hongos antagónicos. .	%
Micoparasitismo cepas hongos nativos de mandarina hacia *Botrytis cinerea*	Se determinará el porcentaje de colonización del patógeno por los géneros y/o cepas de los hongos antagónicos.	%

Nota. Elaboración propia (2025)

IV. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. Tipo de Investigación

El estudio se desarrolló como una investigación de tipo experimental *in vitro*, puesto que los ensayos se realizaron en condiciones controladas, permitiendo manipular los tratamientos y evaluar de manera directa la actividad antagónica de cepas de hongos rizosféricos frente a *B. cinerea*. Asimismo, fue de nivel explicativo, dado que analizo la influencia de los hongos rizosféricos sobre el crecimiento de *B. cinerea*, mediante la evaluación de sus efectos inhibitorios bajos condiciones experiméntales controladas.

4.2. Diseño de Investigación

El presente estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, de tipo experimental y aplicado, ya que implico la manipulación deliberada de tratamientos bajo condiciones controladas de laboratorio. La investigación se orientó a evaluar la capacidad antagónica de hongos rizosféricos asociado a *Citrus reticulata* frente a *B. cinerea*, mediante ensayos *in vitro*. La aplicación de los tratamientos permitió comparar el comportamiento antagonista de las cepas seleccionadas, con la finalidad de generar información científica relevante que contribuya al desarrollo de estrategias de control biológico del moho gris de la mandarina.

4.2.1. Diseño Experimental

Para el OE2 (objetivo específico 2) se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), se utilizaron 34 tratamientos (33 cepas de hongos rizosféricos de planta de mandarina y un testigo) con tres repeticiones.

4.2.2. Unidad Experimental

Se considero como unidad experimental una caja Petri de 90 mm de diámetro conteniendo medio de cultivo PDA (Papa Dextrosa Agar), en la cual se inoculo un disco de micelio activo (5 mm) del hongo rizosféricos y del patógeno *B. cinerea*, según el tratamiento correspondiente. Cada unidad experimental se mantuvo bajo condiciones controladas de laboratorio durante el periodo establecido para la evaluación de la actividad antagónica *in vitro*.

4.2.3. Condiciones Experimentales

Los ensayos re realizaron bajo condiciones controladas de laboratorio, manteniendo una temperatura de 25 ± 2 ºC, una humedad relativa de 70 ± 5% y fotoperiodo natural. Estas condiciones se conservaron constantes durante todo el periodo experimental, garantizando la homogeneidad ambiental necesaria para la aplicación del Diseño Completamente Azar (DCA).

4.2.4. Modelos Estadísticos

El modelo completo de medias de un Diseño Completamente Alzar (DCA), que se expresa de la siguiente manera:

$$Yij = \mu + Tj + Eij$$

i=1, …, r j=1, …, t

Donde:

- **r:** número de réplicas y t el número de tratamientos.
- **Yij**: i-ésima observación del j-ésimo tratamiento
- **µj:** media del j-ésimo tratamiento
- **Tj:** µj - µ refleja el efecto sobre la respuesta del j-ésimo tratamiento
- **Eij:** i-ésimo error experimental del j-ésimo tratamiento.

4.3. Método de Investigación

El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, de tipo experimental y aplicado, debido a la manipulación de tratamientos bajos condiciones controladas de laboratorio. La investigación estuvo orientada a evaluar la capacidad antagónica de hongos rizosféricos asociados a *C. reticulata* frente a *B. cinerea*, mediante ensayos *in vitro*.

4.4. Población y Muestra

4.4.1. Población

Para este estudio la población fue infinita debido a que se desconoce la cantidad exacta de cepas de hongos rizosféricos asociado a la rizósfera que existen en el cultivo de mandarina.

4.4.2. Muestra

En la presente investigación la muestra para el OE2 (objetivo específico 2) estuvo conformada por 33 cepas de hongos rizosféricos asociado a la planta de mandarina, donde selecciono cepas de hongos rizosféricos asociados a *Citrus reticulata* con capacidad antagónica hacia el patógeno del moho gris de la mandarina (*B. cinerea*).

4.5. Lugar de Estudio

El trabajo de investigación se ejecutó en el Laboratorio de Sanidad Vegetal perteneciente a la Universidad Nacional de Cañete (UNDC), sede CNI. En este laboratorio se realizaron todas las actividades experimentales relacionadas con el aislamiento e identificación y evaluación de la capacidad antagónica de los hongos rizosféricos asociados al cultivo de mandarina hacia patógeno de *B. cinerea.*

4.5.1. Localización Política del Área Experimental

- País: Perú
- Región: Lima
- Provincia: Cañete
- Distrito: Imperial

- Localización: Urbanización Santa Rosa de Hualcará, Canal María Angola s/n, en las instalaciones del Laboratorio sede CNI.

4.5.2. Ubicación Geográfica del Área de Experimento

- Latitud sur: 13°3'50.458"
- Longitud oeste: 76°21'6.627"
- Altitud: 85 m.s.n.m.

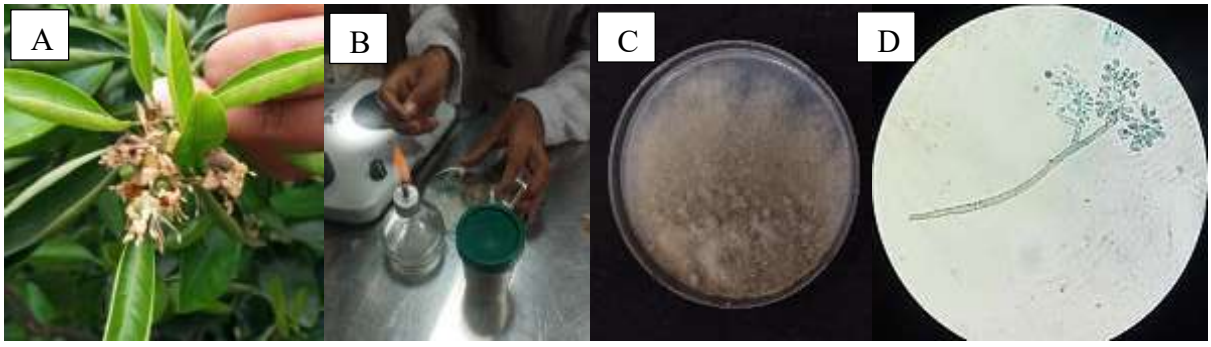
4.6. Procedimiento de la Investigación

4.6.1. Aislamiento e Identificación de B. cinerea

Se recolectaron flores con síntomas característicos del patógeno en el fundo Oreba Hermanos, localizado en Hualcará, distrito de San Vicente de Cañete. El material vegetal fue transportado en contenedores plásticos al Laboratorio de Sanidad Vegetal de la Universidad Nacional de Cañete (UNDC). Posteriormente, las muestras se incubaron en cámaras húmedas con la finalidad de estimular la esporulación del hongo. Bajo observación estereoscópica, se extrajeron estructuras fúngicas con una aguja estéril y se inocularon directamente en medio papa dextrosa agar (PDA), realizando tres puntos de siembra por placa Petri. Las placas se incubaron a 25 °C durante un periodo de 7 a 10 días, efectuándose evaluaciones diarias del crecimiento micelial (Gómez et al., 2013). Finalmente, la identificación del patógeno se realizó tras la obtención de cultivos puros, considerando características morfológicas y microscópicas descritas en las claves de Barnett y Hunter (1998).

Figura 2

Aislamiento de Botrytis cinerea en el cultivo de mandarina



Nota. **A:** Flores y frutos cuajados con síntomas característicos del patógenos de *Botrytis cinerea*; **B: S**iembra del patógeno de *Botrytis cinerea* en medio de PDA; **C:** Colonia de *Botrytis cinerea* y **D:** Vista microscópica de conidios de *Botrytis cinerea* a 40x. Elaboración propia (2025).

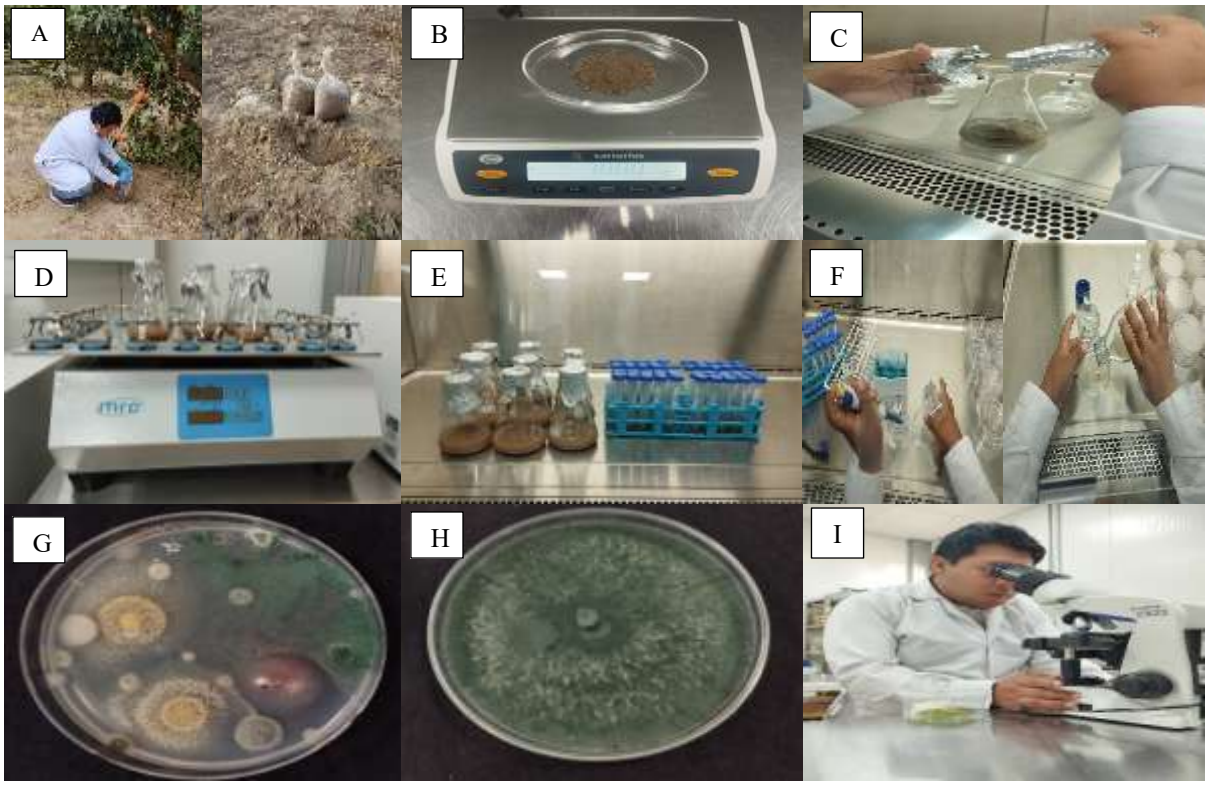
4.6.2. Aislamiento de Hongos Antagonistas Asociado a la Rizósfera de Mandarina

Las muestras de suelo rizosféricos fueron recolectadas en cinco unidades productivas de mandarina, tomando suelo cercano al sistema radicular de cinco plantas por fundo. Cada

muestra fue homogenizada y se pesaron 10 g, los cuales fueron procesados en condiciones estériles dentro de una cámara de flujo laminar. El suelo fue colocado en matraces que contenían 90 ml de agua destilada estéril, sellados con papel aluminio y sometidos a agitación orbital durante 5 minutos a 110 rpm, con el propósito de liberar los microorganismos presentes en la rizósfera. Posteriormente, se realizaron 2 diluciones seriadas mediante la transferencia de 1 ml de la suspensión a tubos con 9 ml de agua destilada estéril. De la dilución final se sembró 1 ml en placas Petri, considerando un total de 25 muestra por 3 repeticiones cada uno. Las placas fueron preparadas con medio PDA adicionado con antibiótico y se incubaron a 25 °C durante siete días. Transcurrido el periodo de incubación, se evaluó el crecimiento de colonias fúngicas, bajo condiciones de laboratorio, conforme a la metodología descrita por (Gómez et al., 2013). Finalmente, los aislamientos fúngicos fueron sometidos a un proceso de purificación y su identificación se realizó a partir del análisis de sus características morfológicas, empleando las claves taxonómicas descritas por Barnett y Hunter (1998).

Figura 3

Procesos de aislamiento de hongos antagonistas asociado a la rizósfera de mandarina



Nota. **A:** Recolección de muestra de suelo; **B:** Pesado de 10 g de suelo; **C:** Suspensión de la muestra en un matraz con 90 ml ADE + 10 g de suelo; **D:** Homogenización en agitador orbital (110 rpm durante 5 minutos); **E:** Dilución seriadas; **F:** Siembra por incorporación en medio PDA; **G:** Aislamiento de hongos rizosféricos en PDA; **H:** Cultivo puro y **I:** Identificación a nivel de género de hongos antagonistas. Elaboración propia (2025).

4.6.3. Capacidad Antagónica de Cepas de Hongos Asociado a la Rizósfera

Se selecciono un total de 33 cepas nativas de hongos antagonistas asociado a la rizósfera de las plantas de mandarina de *Citrus reticulata*, se multiplico en PDA, para luego ser evaluado en dos mecanismos de acción: antibiosis y micoparasitismo.

Tabla 4

Procedencias de cepas de hongos rizosféricos de plantas de mandarina empleadas para las pruebas de antibiosis y micoparasitismo

Nº	Cepa	Identificación	Fundo	Procedencia (Distrito y Provincia)
1	HARZ - 1	*Trichoderma asperellum*	Oreba Hermanos	Hualcará, Cañete y Lima
2	HARZ - 4	*Trichoderma asperellum*	Oreba Hermanos	Hualcará, Cañete y Lima
3	HARZ - 15	*Trichoderma asperellum*	Oreba Hermanos	Hualcará, Cañete y Lima
4	HARZ - 16	*Trichoderma* sp.	Oreba Hermanos	Hualcará, Cañete y Lima
5	HARZ - 54	*Trichoderma* sp.	Santa Luisa	Quilmaná, Cañete y Lima
6	HARZ - 60	*Trichoderma asperellum*	Santa Luisa	Quilmaná, Cañete y Lima
7	HARZ - 72	*Trichoderma atroviride*	San Ignacio	San Luis, Cañete, Lima
8	HARZ - 2	*Aspergillus ochraceus*	Oreba Hermanos	Hualcará, Cañete y Lima
9	HARZ - 25	*Aspergillus niger*	Oreba Hermanos	Hualcará, Cañete y Lima
10	HARZ - 28	*Talaromyces* sp.	Oreba Hermanos	Hualcará, Cañete y Lima
11	HARZ - 61	*Purpureocillium aff. Lilacinun ROG-2010*	Santa Luisa	Quilmaná, Cañete y Lima
12	HARZ - 30	*Penicillium raperi*	Oreba Hermanos	Hualcará, Cañete y Lima
13	HARZ - 76	*Penicillium raperi*	San Ignacio	San Luis, Cañete, Lima
14	HARZ - 79	*Purpureocillium lavendulum*	Almenares	Almenares, Cañete y Lima
15	HARZ - 7	*Microascus croci*	Oreba Hermanos	Hualcará, Cañete y Lima
16	HARZ - 53	*Humicola* sp.	Santa Luisa	Quilmaná, Cañete y Lima
17	HARZ - 50	*Metarhizium anisopliae*	Santa Luisa	Quilmaná, Cañete y Lima
18	HARZ - 37	*Acremonium sclerotigenum*	Santa Luisa	Quilmaná, Cañete y Lima
19	HARZ - 81	*Fusarium* sp.	Almenares	Almenares, Cañete y Lima
20	HARZ - 39	*Stachybotrys* sp.	Santa Luisa	Quilmaná, Cañete y Lima
21	HARZ - 6	*Penicillium archerae*	Oreba Hermanos	Hualcará, Cañete y Lima
22	HARZ - 78	*Aspergillus keveii*	Almenares	Almenares, Cañete y Lima
23	HARZ - 58	*Thielaviopsis* sp.	Santa Luisa	Quilmaná, Cañete y Lima
24	HARZ - 33	*Aspergillus pseudodeflectus*	Oreba Hermanos	Hualcará, Cañete y Lima
25	HARZ - 40	*Aspergillus calidoustus*	Santa Luisa	Quilmaná, Cañete y Lima
26	HARZ - 80	*Gliomastix* sp.	Almenares	Almenares, Cañete y Lima
27	HARZ - 75	*Penicillium* sp.	San Ignacio	San Luis, Cañete, Lima
28	HARZ - 45	*Aspergillus foetidus*	Santa Luisa	Quilmaná, Cañete y Lima
29	HARZ - 42	*Masoniella tertia*	Santa Luisa	Quilmaná, Cañete y Lima
30	HARZ - 23	*Paecilomyces* sp.	Oreba Hermanos	Hualcará, Cañete y Lima
31	HARZ - 59	*Chaetomium* sp.	Santa Luisa	Quilmaná, Cañete y Lima
32	HARZ - 10	*Wardomyces* sp.	Oreba Hermanos	Hualcará, Cañete y Lima
33	HARZ - 17	*Talaromyces sayulitensis*	Oreba Hermanos	Hualcará, Cañete y Lima

Nota. Para el desarrollo del Objetivo Específico 2 (OE2) se utilizaron 33 cepas nativas de hongos rizosféricos de planta de mandarina, las cuales se detallan en la tabla correspondiente. Elaboración propia (2025).

4.6.3.1. Bioensayo de Antibiosis.

La evaluación de la antibiosis se evaluó mediante la obtención de metabolitos secundarios producidos por 33 cepas de hongos antagonistas seleccionadas (Tabla 4). Cada aislamiento fue cultivado en placas Petri con medio PDA e incubado a 25 °C hasta inducir la esporulación. A partir de cultivos con siete días de crecimiento, se extrajeron cinco discos de 5 mm de diámetro utilizando un sacabocado estéril, los cuales se transfirieron a tubos Falcon para la preparación de diluciones y el conteo de esporas. Posteriormente, la suspensión se ajustó a una concentración de 1×10^6 ufc·ml^{-1}, inoculándose 1 ml en matraces que contenían 100 ml de medio líquido compuesto por caldo de papa y sacarosa, previamente esterilizado. Los matraces fueron sellados con algodón y papel aluminio y sometidos a agitación orbital constante a 110 rpm durante siete días, considerando tres repeticiones por cepa. Concluido este periodo, el cultivo líquido fue filtrado en cabina de flujo laminar, recolectándose 35 ml del filtrado en tubos Falcon, los cuales se centrifugaron a 3000 rpm durante cinco minutos. Del sobrenadante se tomaron 12,5 ml que fueron sometidos a tratamiento térmico en baño María a 90 °C durante una hora, con la finalidad de obtener el extracto de metabolitos secundarios. Posteriormente, dicho extracto se incorporó al medio PDA con 2 % de agar y se vertió en placas Petri de 60 × 15 mm. Sobre este medio se colocó un disco de 5 mm del cultivo activo de *Botrytis cinerea*, incubándose a 25 °C. La evaluación del efecto antibiótico se realizó al cuarto día de incubación, cuando el testigo alcanzó el crecimiento total de la placa. Para la determinación del porcentaje de inhibición del crecimiento micelial, se trazaron cuatro radios por placa y las mediciones se realizaron con un vernier digital, registrándose los resultados en las fichas de evaluación correspondientes (Anexo 4), siguiendo la metodología descrita por (Bailey et al., 2008).

Figura 4

Extracción de caldos de metabolitos secundarios de hongos rizosféricos de plantas de mandarina frente a Botrytis cinerea para la prueba de antibiosis



Nota. **A:** Caldo de papa + sacarosa; **B:** Selección de hongos antagonistas; **C:** Extracción de 5 discos para cada matraz; **D:** Incubación bajo agitación orbital constante (110 rpm) durante siete días; **E:** Filtrado de caldos de metabolitos fúngicos; **F:** Separación de metabolitos mediante centrifugación; **G:** Metabolitos filtrados; **H:** Aplicación de tratamiento térmico a metabolitos secundarios en baño maría (90 ºC, 1 hora) ; **I:** Los metabolitos secundarios + medio de PSA (2% de agar) en tubos falcón; **J:** Se vierte la mezcla en las placas de 60x15mm; **K:** Siembra de patógeno en medio de cultivo con metabolitos y **L:** Evaluación del crecimiento micelial radial del patógeno. Elaboración propia (2025).

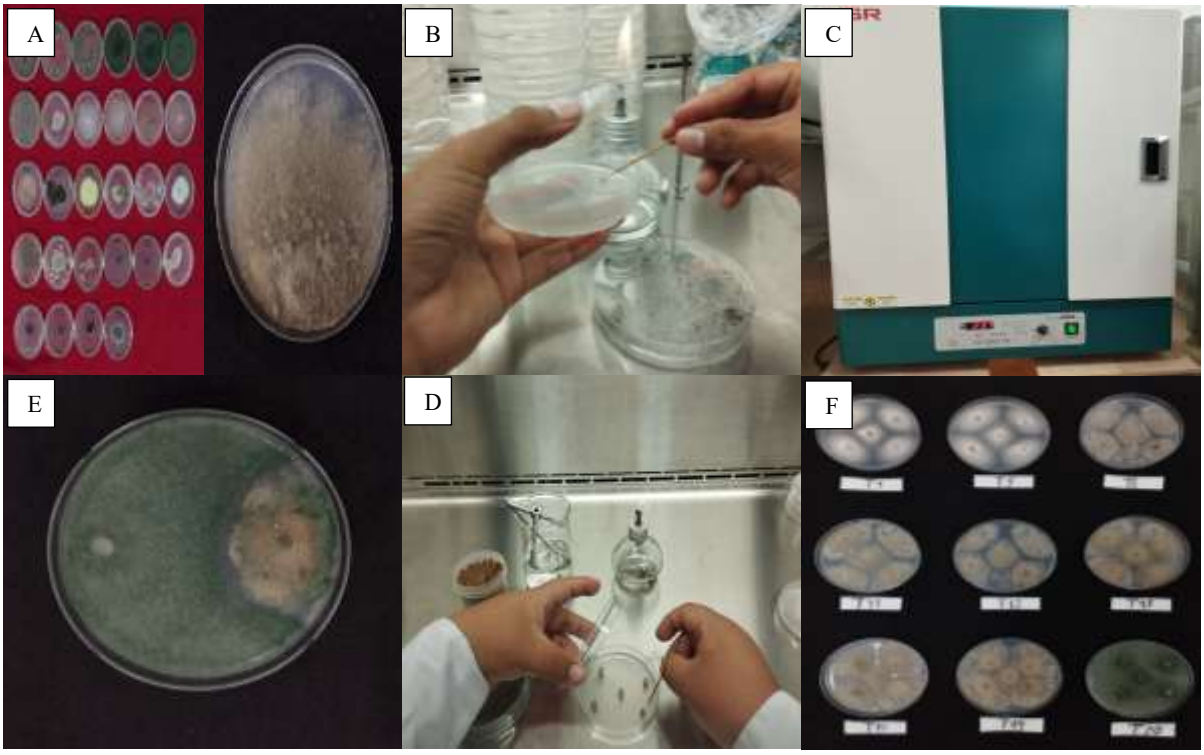
4.6.3.2. Biensayo de Micoparasitismo.

La evaluación del micoparasitismo se realizó mediante cultivos duales entre las cepas de hongos rizosféricos y el patógeno *Botrytis cinerea*, empleando medio papa dextrosa agar (PDA). Para ello, se colocó un disco de micelio de 5 mm de diámetro de cada antagonista y del patógeno en posiciones opuestas de placas Petri de 90 × 15 mm. Como tratamiento control, se sembró únicamente el patógeno en placas individuales. Posteriormente, las placas Petri se rotularon, se sellaron con Parafilm y se incubaron a 25 °C por un periodo de ocho días, considerando tres repeticiones por tratamiento.

Durante el periodo de incubación, se registró el crecimiento radial del patógeno desde el punto de inoculación hasta límite de detención del micelio. Posteriormente, las placas se mantuvieron en incubación hasta completar 15 días, con la finalidad de observar la capacidad de colonización del hongo rizosféricos sobre el patógeno. Para el reaislamiento, se extrajeron diez discos de micelio de 5 mm de diámetro en la zona de interacción entre ambos organismos; cinco discos se transfirieron a cada placa Petri con medio PDA, realizándose dos repeticiones por tratamiento. Las placas se incubaron a 25 °C durante cinco días y, finalmente, se evaluó el organismo predominante, determinándose el porcentaje de colonización del antagonista sobre *B. cinerea*, conforme a la metodología propuesta por (Bailey et al., 2008).

Figura 5

Antibiosis y micoparasitismo mediante enfrentamiento dual de cepas de hongos rizosféricos de plantas de mandarina contra el patógeno B. cinerea



Nota. **A:** Cultivos axénicos de hongos rizosféricos y el patógeno; **B:** Enfrentamiento dual entre hongos rizosféricos frente a *B. cinerea*; **C:** Incubación a 25 ºC por 9 días; **D:** Resultados de predominancia de los hongos antagonista; **E:** Reaislamiento y **F:** Predominancia de los hongos antagonistas ante el patógeno. Elaboración propia (2025).

4.7. Técnicas e Instrumentos para la Recolección de los Datos

4.7.1. Porcentaje de Inhibición Micelial de los Patógenos

El crecimiento radial de las colonias del patógeno se midió en centímetros utilizando un vernier digital, tanto en las placas testigo con medio PDA como en aquellas que contenían PDA más metabolitos secundarios de los hongos rizosféricos. Las evaluaciones se realizaron cuando el patógeno cubrió completamente la superficie de las placas control. El porcentaje de inhibición del crecimiento micelial se calculó mediante la ecuación propuesta por Skidmore y Dickinson (1976), donde $\%I = C - T / C \times 100$, donde %I = representa el porcentaje de inhibición micelial y C = corresponde al crecimiento radial del patógeno en el tratamiento control y T = crecimiento radial del patógeno en presencia del agente de biocontrol, la metodología se basó en el protocolo establecido por (Bailey et al., 2008).

4.7.2. Porcentaje de Micoparasitismo de los Hongos Rizosféricos frente al Patógeno Botrytis cinerea

El grado de micoparasitismo ejercido por los hongos rizosféricos *sobre Botrytis cinerea* se determinó mediante observaciones directas con estereoscopio. Para ello, se evaluó el crecimiento fúngico obtenido a partir de los discos procedentes del reaislamiento de las placas previamente colonizadas durante el cultivo dual. En cada tratamiento se analizaron cinco discos, los cuales fueron clasificados según el criterio de evaluación establecido: micoparasitismo positivo (+), cuando se evidenció exclusivamente el crecimiento del hongo antagonista, y micoparasitismo negativo (−), cuando se observó el desarrollo del patógeno o el crecimiento simultáneo de ambos microorganismos. Cada disco representó el 20% del total, considerando cinco discos por placa Petri, lo que permitió expresar el micoparasitismo como un porcentaje acumulado equivalente al 100% por tratamiento, la metodología aplicada se basó en el protocolo establecido por (Bailey et al., 2008).

4.8. Análisis y Procesamiento de Datos

Los datos obtenidos para las variables de respuesta, correspondientes al crecimiento micelial de *Botrytis cinerea* en los ensayos de antibiosis y al porcentaje de colonización del patógeno por hongos rizosféricos asociados a *Citrus reticulata* en las pruebas de micoparasitismo, fueron registrados sistemáticamente en hojas de cálculo de Microsoft Excel 2021, de acuerdo con los formatos de evaluación previamente establecidos. Posteriormente, la

información recopilada fue analizada mediante los programas estadísticos InfoStat versión 2020 y Minitab versión 2017, considerando el diseño experimental aplicado en los ensayos realizados bajo condiciones de laboratorio.

Debido a que las variables evaluadas se expresaron en términos porcentuales, los datos fueron sometidos a la transformación arcoseno de la raíz cuadrada [arcsen(√p)], con el propósito de estabilizar la varianza y cumplir con el supuesto de normalidad y homogeneidad de varianza, conforme a los lineamientos metodológicos descritos por Gómez y Gómez (1984).

Tabla 5

Resultados de la prueba de normalidad y homogeneidad de varianzas para las variables analizadas

Variables de medida	**Supuestos (Valor P)**		
	Normalidad	**Homogeneidad de varianzas**	**Prueba estadística aplicada**
Inhibición micelial por metabolitos secundarios (%)	0.010*	0.000*	Kruskal-Wallis
Inhibición micelial mediante enfrentamiento dual (%)	0.010*	0.000*	Kruskal-Wallis
Colonización mediante enfrentamiento dual (%)	0.010*	0.000*	Kruskal-Wallis

Nota. Los valores acompañados de asterisco (*) indican significancia estadística ($p < 0.05$). Las variables analizadas no cumplieron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, por lo que se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Elaboración propia (2025).

V. RESULTADOS

5.1. Resultados Descriptivos

El objetivo general de la investigación fue seleccionar cepas de hongos rizosféricos asociados a *Citrus reticulata* con capacidad antagónica hacia el patógeno del moho gris de la mandarina (*Botrytis cinerea*), los cuales se alcanzan mediante siguientes objetivos específicos:

5.1.1. Aislamiento e Identificación de la Cepa de B. cinerea

Las muestras que se tomaron fueron flores que presentaban signos de la enfermedad *Botrytis cinerea*.

5.1.1.1. Clasificación Sistemática Barnett y Hunter (1998).

- Reino: Fungí
  - División: Ascomycota
    - Subdivisión: Pezizomycotina
      - Clase: Deuteromycota
        - Orden: Moniliales
          - Familia: Moniliaceae
            - Género: *Botrytis*
              - Especie: *Botrytis cinerea*

5.1.1.1.1. Botrytis cinerea.

- Características culturales: Este hongo fue aislado de flores. Las colonias en medio PDA presentaron crecimiento rápido, textura algodonosa o lanosa y coloración inicialmente blanca, que posteriormente se tornó grisácea o pardo-grisácea (Figura 6).
- Características microscópicas: Se observaron hifas septadas, conidióforos ramificados y conidios de forma esférica a ovoide, dispuesto en agrupaciones en los extremos de los conidióforos (Figura 7).

Figura 6

Desarrollo de B. cinerea en medio PDA



Figura 7

B. cinerea, conidios y conidióforos (40X)



5.1.2. Aislamiento de Hongos Antagonistas Asociado a la Rizósfera de Mandarina

Los hongos aislados e identificados, a nivel de género, de las muestras de suelo asociado a la rizósfera de las plantas de mandarina es la siguiente: *Acremonium* sp., *Aspergillus* sp., *Chaetomium* sp., *Cladosporium* sp., *Fusarium* sp., *Gliomastix* sp., *Masoniella* sp., *Metarhizium* sp., *Microascus* sp., *Penicillium* sp., *Purpureocillium* sp., *Stachybotrys* sp., *Talaromyces* sp., *Thielaviopsis* sp., *Trichoderma* sp., *Paecilomyces* sp., *Wardomyces* sp., y *Humicola* sp.

5.1.2.1. Clasificación Sistemática Barnett y Hunter (1998).

- Reyno: Fungí
  - Phylum: Deuteromycota
    - Clase: Deuteromycetes
      - Subclase: Hyphomycetidae
        - Orden: Moniliales
          - Familia: Moniliaceae
            - Género: *Acremonium*
            - Género: *Aspergillus*
            - Género: *Fusarium*
            - Género: *Penicillium*
            - Género: *Gliomastix*
            - Género: *Masoniella*
            - Género: *Purpureocillium*
            - Género: *Paecilomyces*
            - Género: *Wardomyces*
          - Familia: Dematiaceae
            - Género: *Cladosporium*
            - Género: *Stachybotrys*
            - Género: *Humicola*
          - Familia: Tuberculariaceae
            - Género: *Trichoderma*
          - Familia: Stilbellaceae
            - Género: *Metarhizium*
    - Clase: Coelomycetes
      - Subclase: Coelomycetidae
        - Orden: Sphaeropsidales
          - Familia: Sphaeropsidaceae
            - Género: *Thielaviopsis*
  - Phylum: Ascomycota
    - Clase: Ascomycetes
      - Orden: Microascales
        - Familia: Microascaceae
          - Género: *Microascus*
      - Orden: Sordariales
        - Familia: Chaetomiaceae
          - Género: *Chaetomium*
      - Orden: Eurotiales
        - Familia: Trichocomaceae
          - Género: *Talaromyces*

5.1.2.1.1. Acremonium.

- Características culturales: Este hongo fue aislado de suelo. Las colonias en medio PDA presentan micelio aéreo algodonoso o aterciopelado, que en ocasiones tiende a verse húmedo, de color de crema o durazno claro (Figura 8).
- Características microscópicas: Presenta hifas septadas, con fiálides delgadas producidas de forma individual o en grupos. Los conidios son unicelulares, hialinos, ovalados y se agrupan en cabezas mucoides (Figura 9).

Figura 8

Desarrollo de Acremonium en medio PDA

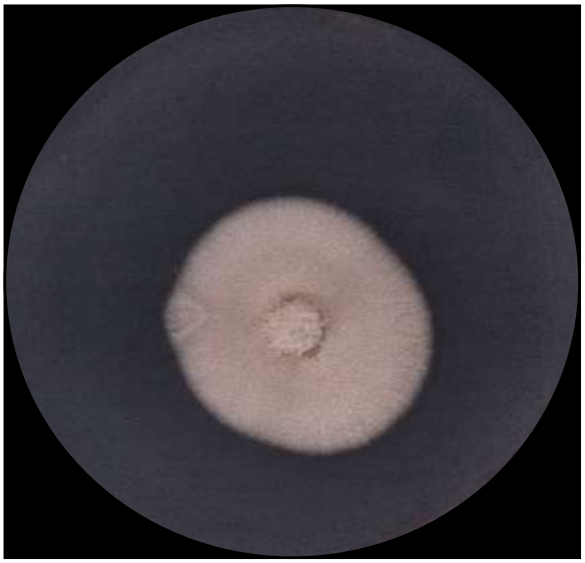
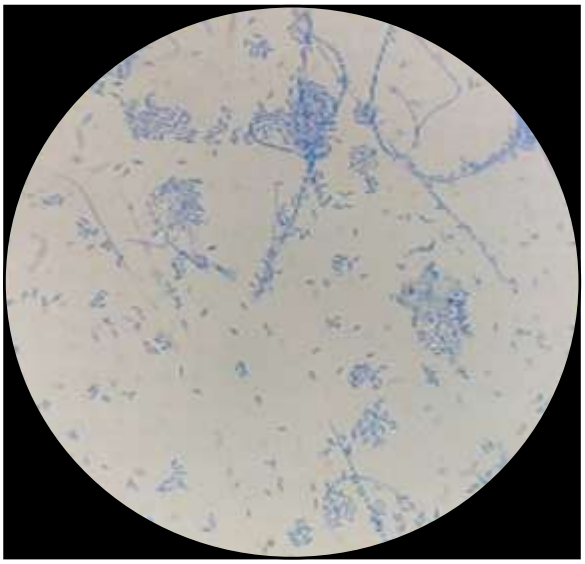


Figura 9

Acremonium, fiálides y conidios (40X)



5.1.2.1.2. Aspergillus.

- Características culturales: Este hongo fue aislado de suelo. Las colonias en medio PDA presentaron crecimiento rápido, textura esponjosa, color amarillo anaranjado, negro y rosado con borde blanco y producción abundante de conidios. El micelio se encontró parcialmente inmerso en el medio (Figura 10).
- Características microscópicas: Presentó conidióforos rectos con una vesícula en el ápice. Sobre la vesícula se observación fiálides dispuestas en grupos, las cuales originaban conidios globosos organizados en cadenas (Figura 11).

Figura 10

Desarrollo de Aspergillus en medio PDA

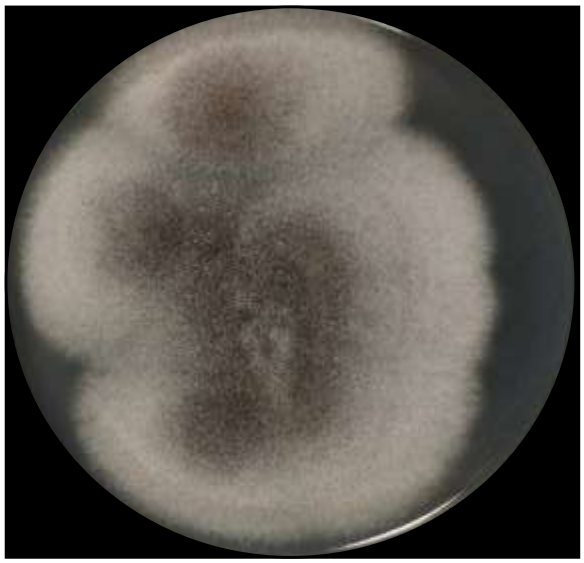
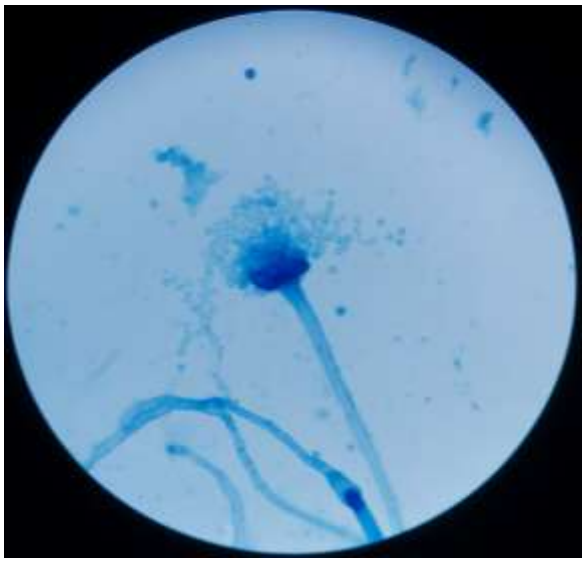


Figura 11

Aspergillus, conidios y conidióforos (40X)



5.1.2.1.3. Chaetomium.

- Características culturales: Este hongo fue aislado de suelo. Las colonias en medio PDA presentaron color blanco con bordes irregulares, crecimiento lento y textura granular, algodonosa o lanosa (Figura 12).
- marrones. Los pelos terminales fueron de color marrón oscuro y se ramificaron repetidamente. Las ascosporas fueron hialinas cuando jóvenes y se tornaron marrones al madurar, con forma ovalada u ovoide (Figura 13).

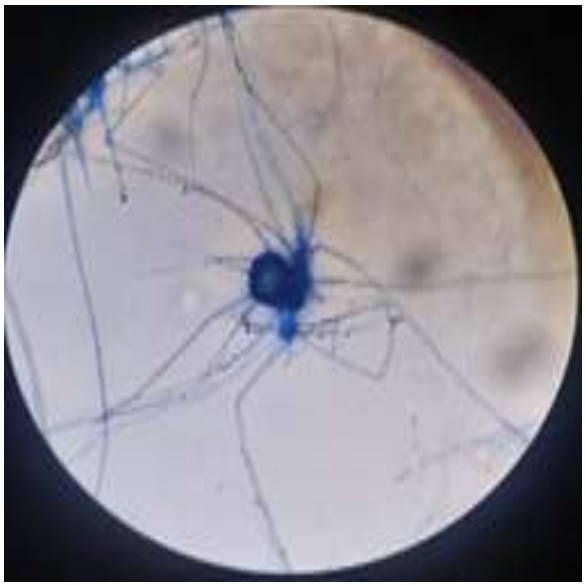
Figura 12

Desarrollo de Chaetomium en medio PDA



Figura 13

Chaetomium, peritecio (100X)



5.1.2.1.4. Cladosporium.

- Características culturales: Este hongo fue aislado de suelo. Las colonias en medio PDA presentaron textura aterciopelada a pulverulenta y coloración verde olivácea, que se oscureció con la esporulación (Figura 14).
- Características microscópicas: Presentó conidióforos largos, oscuros, rectos, ramificados cerca del ápice, dispuestos de forma solitaria o en grupos. Los conidios fueron oscuros, lisos o rugosos, con una o dos células, de forma variable (ovoide, cilíndrica o irregular, incluyendo algunos con forma de limón), dispuestos generalmente en cadenas acropétalas simples o ramificadas (Figura 15).

Figura 14

Desarrollo de Cladosporium en medio PDA



Figura 15

Cladosporium, conidios, y conidióforos (40X)



5.1.2.1.5. Fusarium.

- Características culturales: Este hongo fue aislado de suelo. Las colonias en medio PDA presentaron crecimiento esponjoso y color blanquecino. Con el desarrollo del cultivo, el medio adquirió una coloración lila (Figura 16).
- Características microscópicas: Las hifas presentaron conidióforos ramificados que terminaban en fiálides, de las cuales se originaron dos tipos de conidios hialinos: microconidios, unicelulares y ovoides, y macroconodios ligeramente curvos, con forma de canoa y septados (Figura 17).

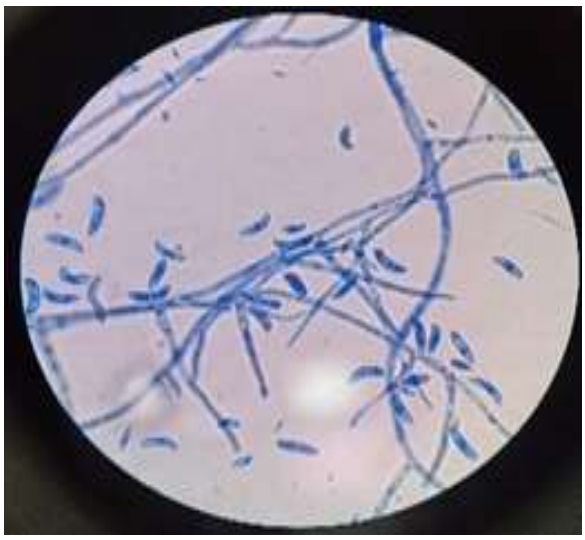
Figura 16

Desarrollo de Fusarium en medio PDA



Figura 17

Fusarium, conidios y conidióforos (100X)



5.1.2.1.6. Gliomastix.

- Características culturales: Este hongo fue aislado de suelo. Las colonias en medio PDA presentaron tonalidades blanco-amarillentas, ocasionalmente con matices anaranjados o marrones en estados avanzados de crecimiento. Su textura fue algodonosa o lanosa, con crecimiento limitado y márgenes definidos (Figura 18).
- Características microscópicas: Presento micelio septado e hialino. Los conidióforos fueron simples o ramificados, con fiálides que produjeron conidios en cadenas basíparas. Los conidios fueron elipsoides a cilíndricos, lisos y de hialinos a ligeramente pigmentados. Los conidios se agruparon en cabezuelas características (Figura 19).

Figura 18

Desarrollo de Gliomastix en medio PDA

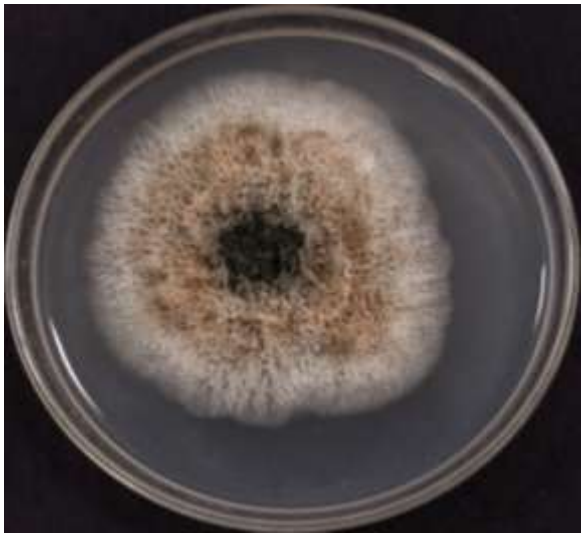
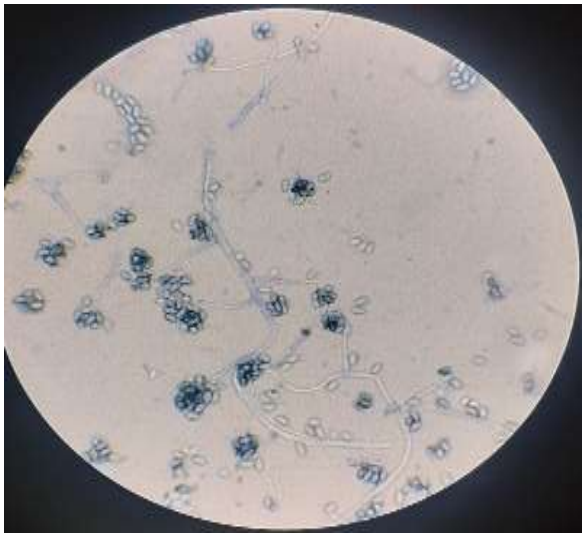


Figura 19

Gliomastix, conidios y conidióforos (100X)



5.1.2.1.7. Masoniella.

- Características culturales: Este hongo fue aislado de suelo. Las colonias en medio PDA presentaron textura afieltrada o lanosa. Inicialmente fueron de color blanco y posteriormente adquirieron una coloración beige o grisácea. El crecimiento fue compacto, con márgenes definidos (Figura 20).
- Características microscópicas: Los conidióforos fueron erectos, simples o ramificados, portando fiálides dispuestas en verticilos. Los conidios fueron pequeños, subglobosos a elipsoides, lisos o rugosos, dispuestos en cadenas cortas (Figura 21).

Figura 20

Desarrollo de Masoniella en medio PDA

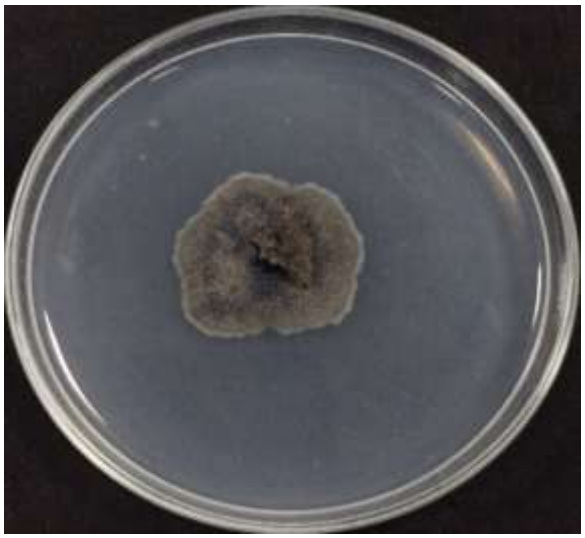
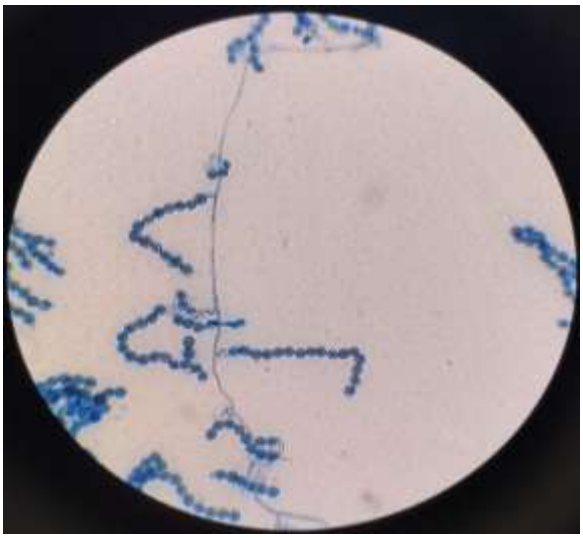


Figura 21

Masoniella, conidios y conidióforos (100X)



5.1.2.1.8. Metarhizium.

- Características culturales: Este hongo fue aislado de suelo. Las colonias en medio PDA presentaron crecimiento moderado a rápido, de textura algodonosa o pulverulenta. La coloración fue blanca al inicio y se tornó verde esmeralda o verde oliva con la esporulación. Las colonias presentaron bordes irregulares (Figura 22).
- Características microscópicas: Las hifas fueron septadas e hialinas. Los conidióforos fueron ramificados de manera irregular y produjeron fiálides, de las cuales se originaron conidios de forma cilíndrica a elipsoide, dispuestos en cadenas. Los conidios fueron de color verde, lisos y de paredes delgadas (Figura 23).

Figura 22

Desarrollo de Metarhizium en medio PDA

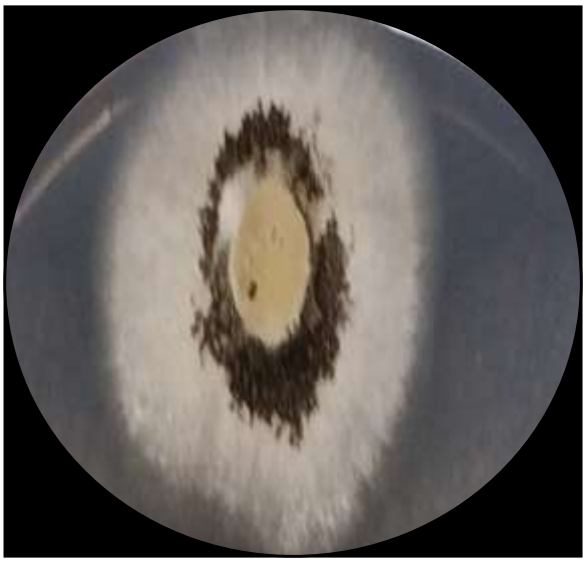
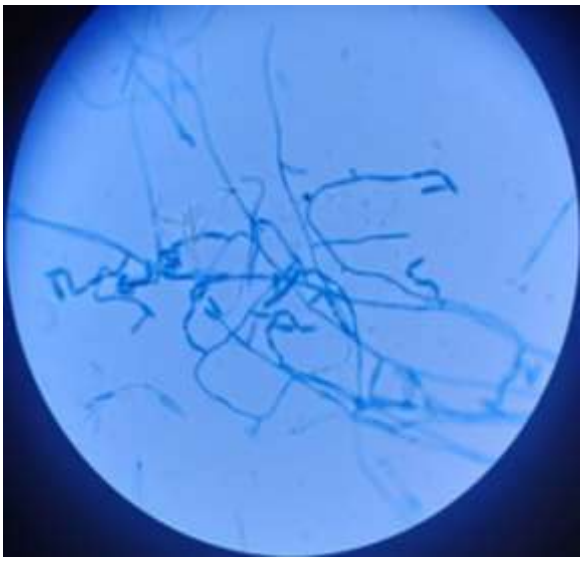


Figura 23

Metarhizium, conidios y conidióforos (40X)



5.1.2.1.9. Microascus.

- Características culturales: Este hongo fue aislado de suelo. Las colonias en medio PDA presentaron una coloración gris parduzca, con una zona central más oscura y margen blanquecino. La textura fue granulosa a lanosa (Figura 24).
- Características microscópicas: Presento hifas septadas y estructuras del estado anamórfico, con conidióforos simples o ramificados que produjeron conidios dispuestos en cadenas. Los conidios fueron hialinos, unicelulares y de forma ovoide (Figura 25).

Figura 24

Desarrollo de Microascus en medio PDA



Figura 25

Microascus, conidios y conidióforos (40X)



5.1.2.1.10. Penicillium.

- Características culturales: Este hongo fue aislado de suelo. Las colonias en medio PDA presentaron crecimiento rápido, de color verde, verde oscuro o verde grisáceo, textura rugosa y aspecto pulverulento, con exudados. El reverso de las colonias fue de color crema (Figura 26).
- Características microscópicas: Los conidióforos fueron ramificados cerca del ápice, formando penicilos, y terminaron en grupos de fiálides que produjeron conidios hialinos y unicelulares. Los conidios fueron mayormente globosos u ovoides y se dispusieron en cadenas basipétalas (Figura 27).

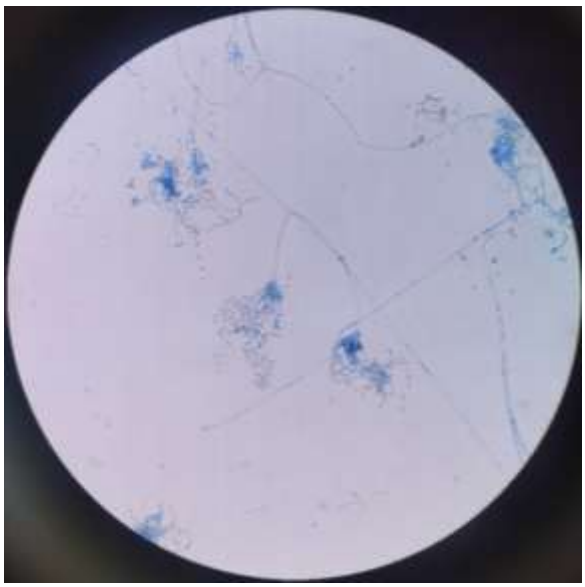
Figura 26

Desarrollo de Penicillium en medio PDA



Figura 27

Penicillium, conidios y conidióforos (40X)



5.1.2.1.11. Purpureocillium.

- Características culturales: Este hongo fue aislado de suelo. Las colonias en medio PDA presentaron crecimiento algodonoso, coloración blanca o rosado, con rápido esporulación (Figura 28).
- Características microscópicas: Presento fiálides ensanchadas en la base y estrechadas hacia el ápice. Los conidios fueron unicelulares y de forma globosa. Los conidióforos fueron erectos y ramificados (Figura 29).

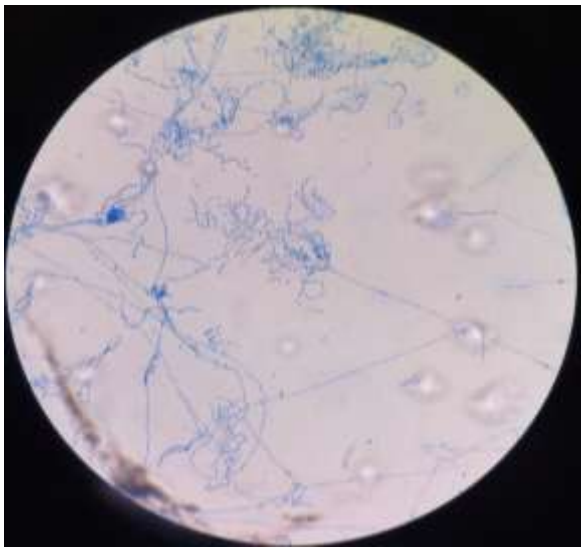
Figura 28

Desarrollo de Purpureocillium en medio PDA



Figura 29

Purpureocillium, conidios y conidióforos (40X)



5.1.2.1.12. Stachybotrys.

- Características culturales: Este hongo fue aislado de suelo. Las colonias en medio PDA presentaron crecimiento moderado, inicialmente blancas, tornándose rápidamente verde oscuro a negro debido a la abundante producción de conidios. La textura fue algodonosa a aterciopelada (Figura 30).
- Características microscópicas: Presento hifas septadas y pigmentadas. Los conidióforos fueron erectos, ramificados y terminaron en fiálides, las cuales produjeron conidios agrupados en masas mucilaginosas. Los conidios fueron elipsoidales a fusiformes, lisos verrugosos, de color verde oscuro a negro y de paredes gruesas (Figura 31).

Figura 30

Desarrollo de Stachybotrys en medio PDA

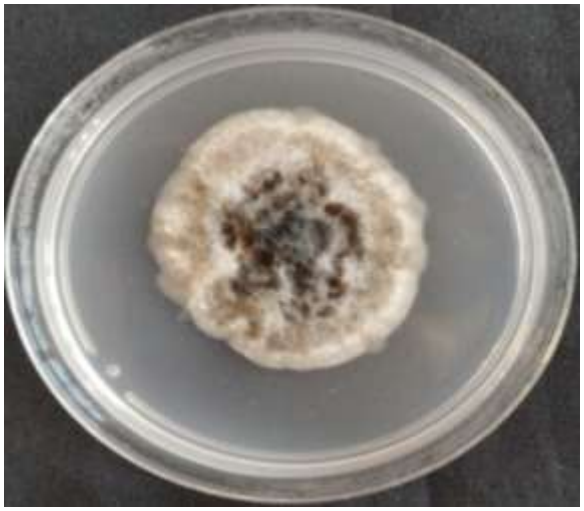
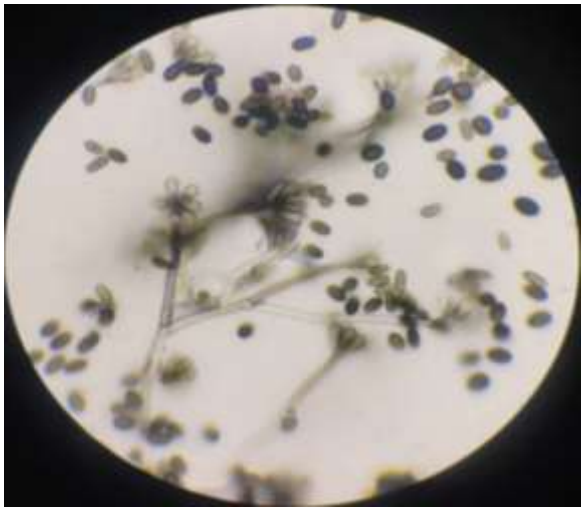


Figura 31

Stachybotrys, conidios y conidióforos (40X)



5.1.2.1.13. Talaromyces.

- Características culturales: Este hongo fue aislado de suelo. Las colonias en medio PDA presentaron crecimiento moderado a rápido, con una amplia variación de pigmentación en la superficie, que incluyo tonos rojos anaranjados, amarillos y verdes, acompañados frecuentemente por exudados y pigmentación difusible en el medio (Figura 32).
- Características microscópicas: Los conidióforos fueron largos, cilíndricos y relativamente estrechos. Presento fiálides unicelulares dispuestas en verticilos no ramificados, las cuales produjeron conidios de forma elipsoidal (Figura 33).

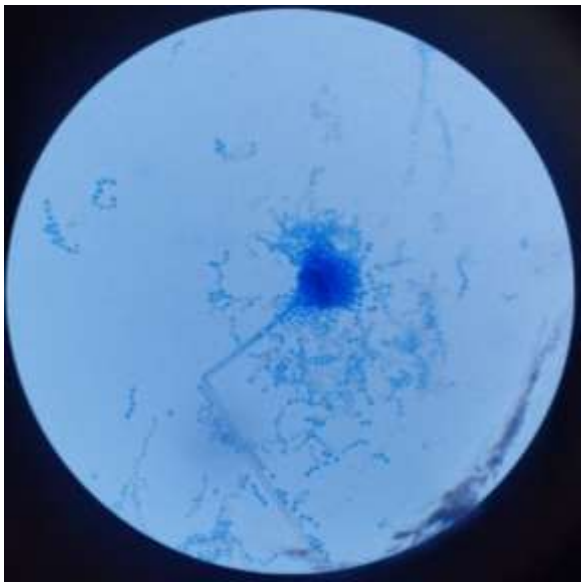
Figura 32

Desarrollo de Talaromyces en medio PDA



Figura 33

Talaromyces, conidios y conidióforos (40X)



5.1.2.1.14. Thielaviopsis.

- Características culturales: Este hongo fue aislado de suelo. Las colonias en medio PDA presentaron micelio de crecimiento rápido, radial y plano, inicialmente de color blanco, tornándose gris claro hasta negruzco con el transcurso del periodo de incubación, asociado posiblemente a la maduración de los conidios, los cuales adquieren una coloración pardo-oscura (Figura 34).
- Características microscópicas: Presento hifas septadas y fiálides hialinas, simples y cilíndricas. Los conidios fueron de color pardo oscuro, de forma cilíndrica u ovalada (Figura 35).

Figura 34

Desarrollo de Thielaviopsis en medio PDA

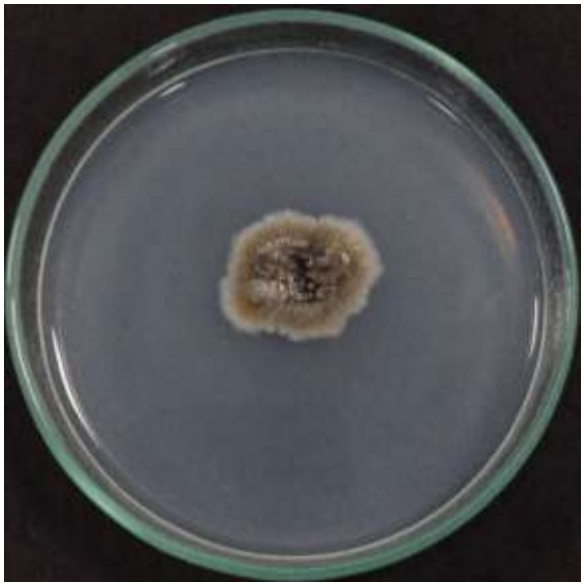
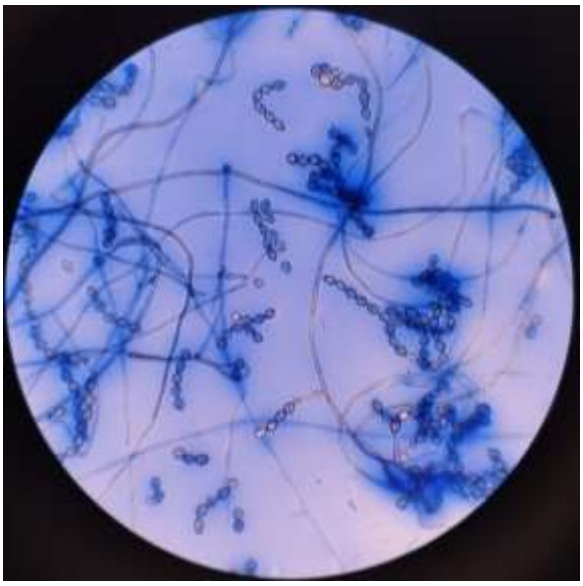


Figura 35

Thielaviopsis, fiálides y conidios (100X)



5.1.2.1.15. Trichoderma.

- Características culturales: Este hongo fue aislado de suelo. Las colonias en medio PDA presentaron crecimiento rápido, con micelio blanco inicial que desarrolló rápidamente una esporulación de color verde a verde intenso, acompañada de textura algodonosa o granulada (Figura 36).
- Características microscópicas: Presentó conidióforos erectos y frecuentemente ramificados, con fiálides agrupadas en racimos terminales. Los conidios fueron generalmente elipsoidales, lisos e hialinos, agrupándose en masas de color verde. Se observaron hifas septadas y ramificación característica del género (Figura 37).

Figura 36

Desarrollo de Trichoderma en medio PDA



Figura 37

Trichoderma, conidios y conidióforos (40X)



5.1.2.1.16. Paecilomyces.

- Características culturales: Este hongo fue aislado de suelo. Las colonias en medio PDA presentaron crecimiento rápido y textura variable de algodonosa a pulverulenta. La coloración inicial fue blanca, tornándose amarilla, verde olivácea, lila o marrón, dependiendo de la especie y del tiempo de incubación (Figura 38).
- Características microscópicas: Presentó micelio hialino y septado. Los conidióforos fueron largos, erectos y ramificados, con fiálides alargadas, ensanchadas en la base y estrechadas hacia el ápice, dispuestas de forma divergente. Los conidios se produjeron en cadenas basíparas y fueron elipsoides a fusiformes, lisos o finamente rugosos, generalmente hialinos (Figura 39).

Figura 38

Desarrollo de Paecilomyces en medio PDA



Figura 39

Paecilomyces, conidios y conidióforos (40X)



5.1.2.1.17. Wardomyces

- Características culturales: Este hongo fue aislado de suelo. Las colonias en medio PDA presentaron crecimiento lento, con textura algodonosa o floculenta. La coloración varió de blanco a tonalidades crema o ligeramente rosadas. El margen de la colonia fue bien definido (Figura 40).
- Características microscópicas: Las hifas fueron septadas e hialinas. Los conidióforos fueron cortos, poco ramificados, y produjeron fiálides simples. Los conidios fueron lisos, de forma elipsoide a subglobosa, y se dispusieron en cadenas secas o en masas mucilaginosas (Figura 41).

Figura 40

Desarrollo de Wardomyces en medio PDA

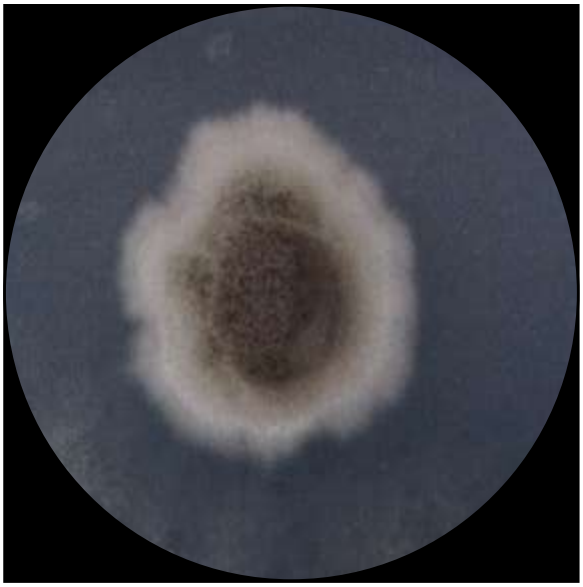
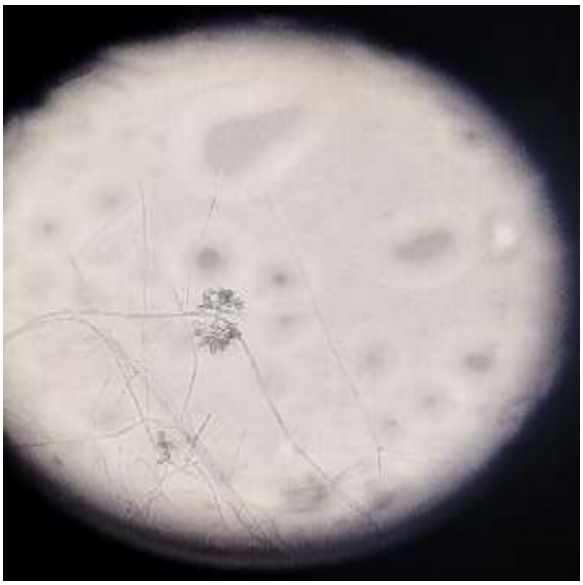


Figura 41

Wardomyces, conidios y conidióforos (40X)



5.1.2.1.18. Humicola.

- Características culturales: Este hongo fue aislado de suelo. Las colonias en medio PDA presentaron crecimiento moderado, inicialmente de color blanco a crema, tornándose grisáceas a pardo-oliváceas. La textura fue aterciopelada a algodonosa (Figura 42).
- Características microscópicas: Presento micelio septado e hialino a ligeramente pigmentado. Los conidióforos fueron cortos o reducidos, produciendo conidios solitarios o dispuestos en pequeños grupos, de forma globosa a subglobosa, de pared gruesa y color pardo oscuro (Figura 43).

Figura 42

Desarrollo de Humicola en medio PDA

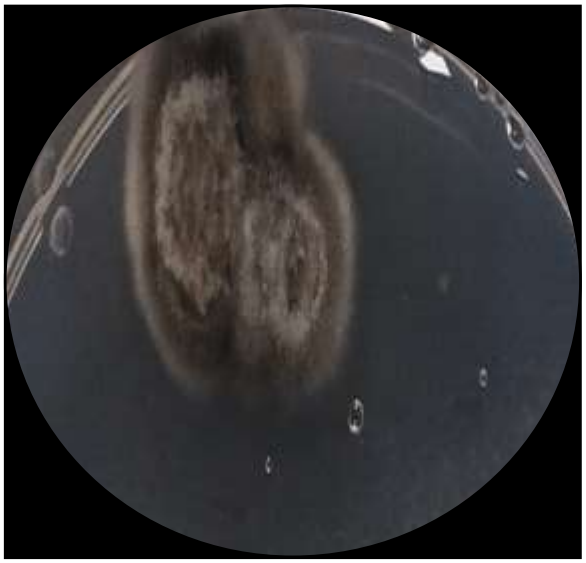
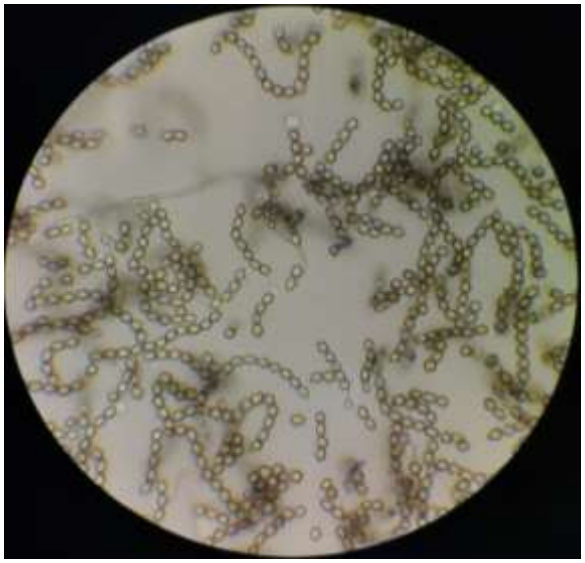


Figura 43

Humicola, conidios y conidióforos (40X)



5.2. Resultados Inferenciales

5.2.1. Capacidad Antagónica de Cepas de Hongos Asociado a la Rizósfera de Mandarina hacia Botrytis cinerea

5.2.1.1. Inhibición Micelial de *B. cinerea* por Metabolitos Secundarios por Cepas Nativas de Hongos Asociado a la Rizósfera de Mandarina.

El análisis comparativo de las medias se realizó mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, estableciendo un nivel de significancia de 0.05. Dado que el valor de p fue de <0.0001, se rechazó la hipótesis nula, evidenciándose diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados, lo cual se resume en la Tabla 6.

Tabla 6

Prueba de comparación de medias del porcentaje de inhibición de crecimiento micelial de B. cinerea por metabolitos secundarios de cepas de hongos rizosféricos nativos de mandarina

Tratamiento	Cepa de hongo rizosféricos	Inhibición micelial (%)	Agrupación
T1	HARZ - 1 (*Trichoderma asperellum*)	32.21	LMNOP
T2	HARZ - 4 (*Trichoderma asperellum*)	28.87	KLMNOP
T3	HARZ - 15 (*Trichoderma asperellum*)	15.11	EFGHIJ
T4	HARZ - 16 (*Trichoderma* sp.)	19.90	IJKLM
T5	HARZ - 54 (*Trichoderma* sp.)	16.83	GHIJKL
T6	HARZ - 60 (*Trichoderma asperellum*)	15.95	FGHIJK
T7	HARZ - 72 (*Trichoderma atroviride*)	10.72	BCDEFGH
T8	HARZ - 2 (*Aspergillus ochraceus*)	28.29	KLMNOP
T9	HARZ - 25 (*Aspergillus niger*)	66.58	P
T10	HARZ - 28 (*Talaromyces* sp.)	55.48	OP
T11	HARZ - 61 (*Purpureocillium aff. Lilacinun ROG-2010*)	52.32	NOP
T12	HARZ - 30 (*Penicillium raperi*)	21.99	IJKLM
T13	HARZ - 76 (*Penicillium raperi*)	13.77	DEFGHIJ
T14	HARZ - 79 (*Purpureocillium lavendulum*)	16.95	FGHIJK
T15	HARZ - 7 (*Microascus croci*)	40.20	MNOP
T16	HARZ - 53 (*Humicola* sp.)	8.26	ABCDE
T17	HARZ - 50 (*Metarhizium anisopliae*)	5.26	AB
T18	HARZ - 37 (*Acremonium sclerotigenum*)	12.11	CDEFGHI
T19	HARZ - 81 (*Fusarium* sp.)	63.29	P
T20	HARZ - 39 (*Stachybotrys* sp.)	5.33	ABC
T21	HARZ - 6 (*Penicillium archerae*)	7.12	ABCD
T22	HARZ - 78 (*Aspergillus keveii*)	9.19	ABCDEFG
T23	HARZ - 58 (*Thielaviopsis* sp.)	21.91	JKLMNO

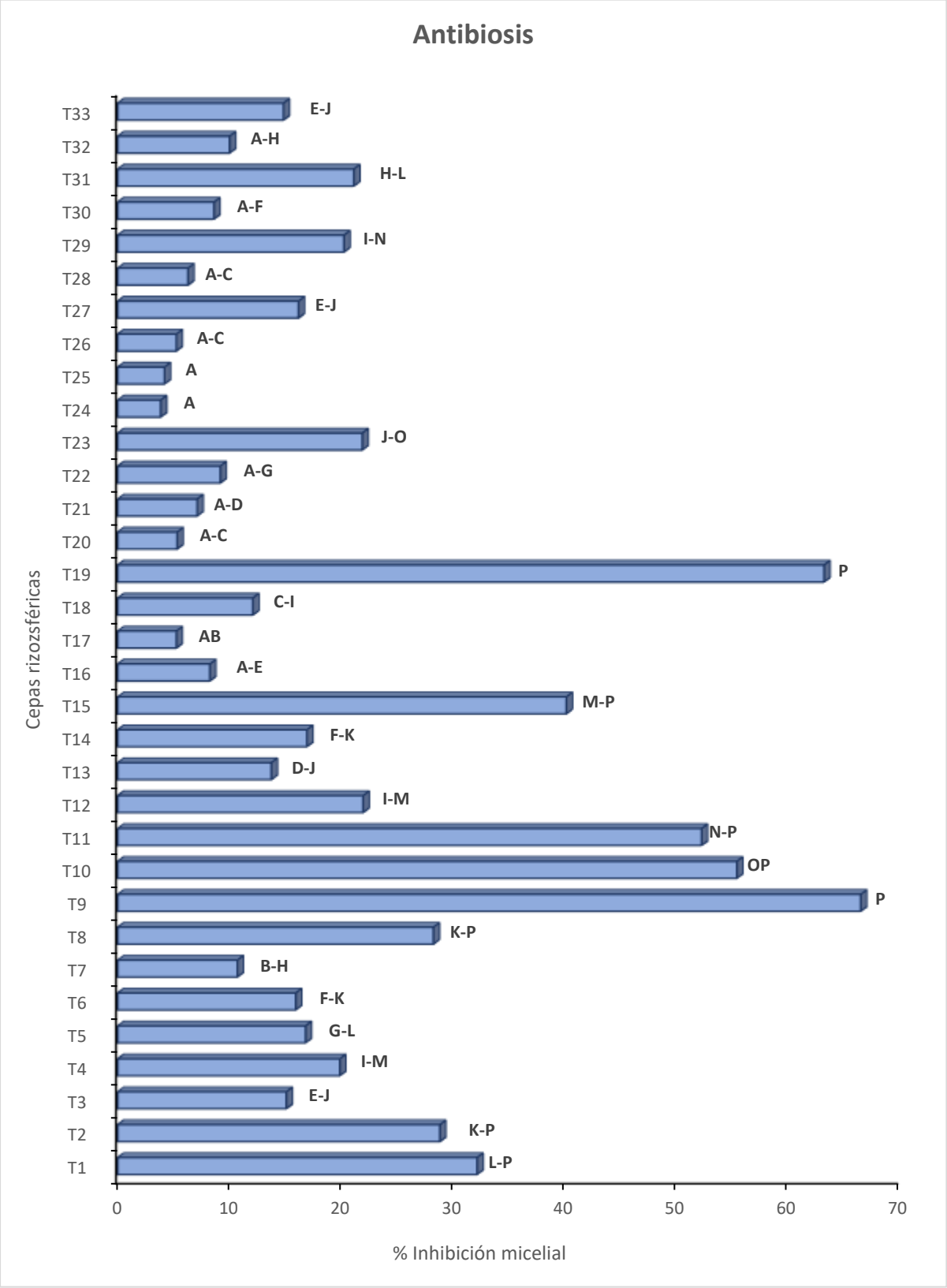
T24	HARZ - 33 (*Aspergillus pseudodeflectus*)	3.85	A
T25	HARZ - 40 (*Aspergillus calidoustus*)	4.19	A
T26	HARZ - 80 (*Gliomastix* sp.)	5.25	ABC
T27	HARZ - 75 (*Penicillium* sp.)	16.2	EFGHIJ
T28	HARZ - 45 (*Aspergillus foetidus*)	6.30	ABC
T29	HARZ - 42 (*Masoniella tertia*)	20.28	IJKLMN
T30	HARZ - 23 (*Paecilomyces* sp.)	8.63	ABCDEF
T31	HARZ - 59 (*Chaetomium* sp.)	21.16	HIJKL
T32	HARZ - 10 (*Wardomyces* sp.)	10.03	ABCDEFGH
T33	HARZ - 17 (*Talaromyces sayulitensis*)	14.85	EFGHIJ

Nota. Elaboración propia (2025).

La Figura 44 presenta la comparación de medias del porcentaje de inhibición del crecimiento micelial de *Botrytis cinerea* ocasionada por los metabolitos secundarios producidos por hongos rizosféricos. La agrupación de tratamientos mediante letras evidencia que aquellas medias que no comparten la misma letra difieren estadísticamente entre sí. En este sentido, la cepa *Aspergillus niger* (T9) destacó por mostrar la mayor actividad inhibitoria, alcanzando un 66.58%. De manera similar, la cepa *Fusarium* sp. (T19) presentó un elevado efecto inhibidor, con un valor de 63.29%. En contraste, *Aspergillus pseudodeflectus* (T24) mostró la menor eficacia, registrando solo un 3.85% de inhibición del crecimiento micelial del patógeno.

Figura 44

Comparación de medias de inhibición micelial del patógeno B. cinerea por metabolitos secundarios de cepas de hongos rizosféricos nativos de mandarina

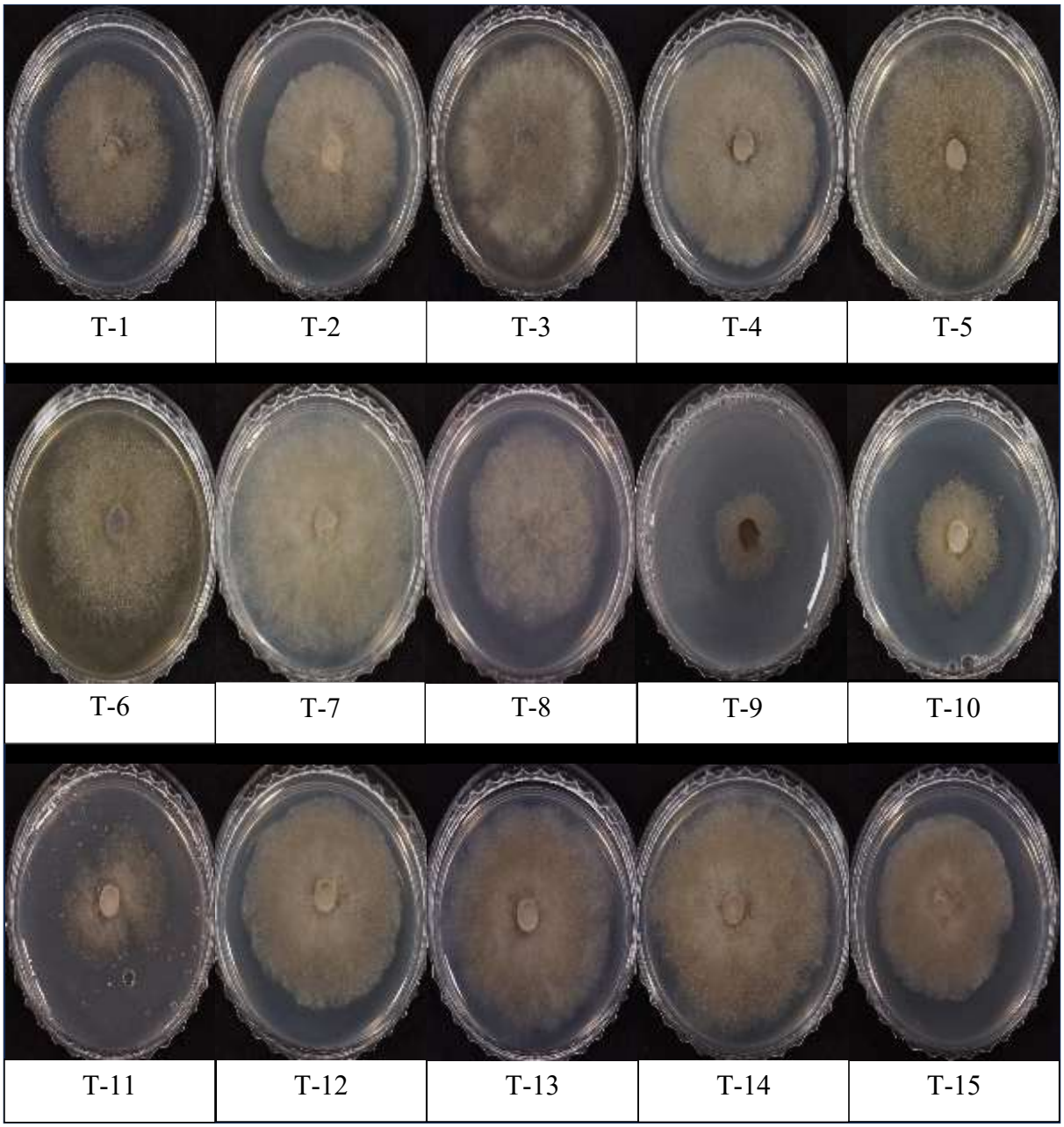


Nota. Elaboración (2025).

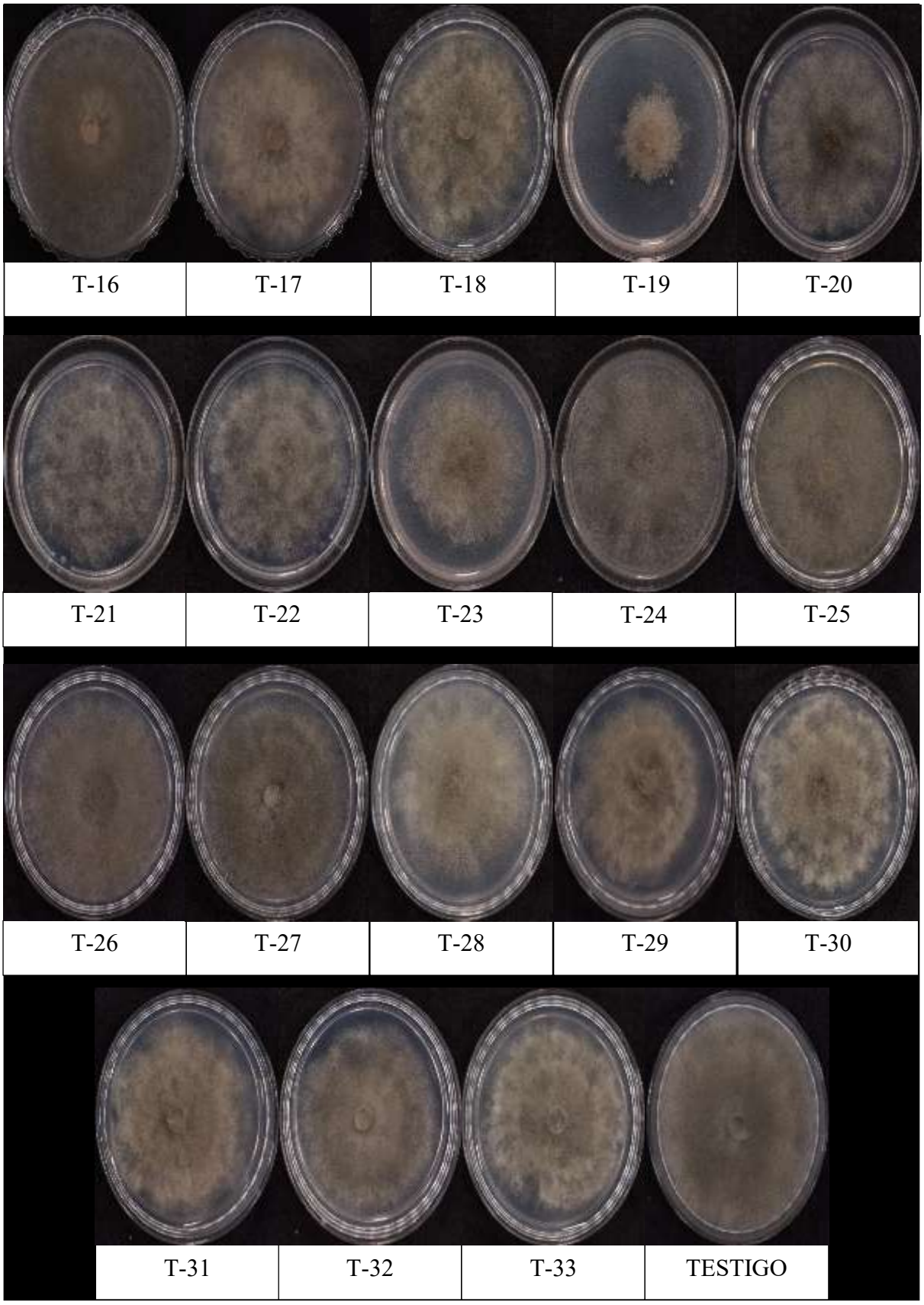
En la Figura 45 se evidencia el efecto inhibitorio ejercido por los metabolitos secundarios producidos por las cepas de hongos rizosféricos nativos de mandarina sobre el crecimiento micelial del patógeno *B. cinerea.*

Figura 45

Efecto antagonista ejercido por metabolitos secundarios de cepas fúngicas rizosféricas nativas de mandarina sobre el crecimiento micelial de B. cinerea, bajo el método de placas envenenadas



Nota. Las evaluaciones se efectuaron una vez que el tratamiento testigo alcanzo la colonización total de la placa. Elaboración propia (2025).



Nota. Las evaluaciones se efectuaron una vez que el tratamiento testigo alcanzo la colonización total de la placa. Elaboración propia (2025).

5.2.1.2. Inhibición Micelial de *B. cinerea* por Cepas Nativas de Hongos Asociado a la Rizósfera de Mandarina Bajo el Método de Enfrentamiento Dual.

Para el análisis de esta variable se utilizó la prueba estadística no paramétrica de Kruskal-Wallis, considerando un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$. El resultado obtenido del p valor fue de <0.0001, lo que evidencia el rechazo de la hipótesis nula y confirmar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados, tal como se presenta en la Tabla 7.

Tabla 7

Prueba de comparación de medias del porcentaje de inhibición de crecimiento micelial de B. cinerea por cepas de hongos rizosféricos nativos de mandarina mediante el enfrentamiento dual

Tratamiento	Cepa de hongo rizosféricos	Inhibición micelial (%)	Agrupación
T1	HARZ - 1 (*Trichoderma asperellum*)	69.34	HI
T2	HARZ - 4 (*Trichoderma asperellum*)	70.53	HI
T3	HARZ - 15 (*Trichoderma asperellum*)	73.31	I
T4	HARZ - 16 (*Trichoderma* sp.)	70.99	HI
T5	HARZ - 54 (*Trichoderma* sp.)	73.97	I
T6	HARZ - 60 (*Trichoderma asperellum*)	66.56	GHI
T7	HARZ - 72 (*Trichoderma atroviride*)	72.32	I
T8	HARZ - 2 (*Aspergillus ochraceus*)	41.39	ABCDE
T9	HARZ - 25 (*Aspergillus niger*)	29.80	AB
T10	HARZ - 28 (*Talaromyces* sp.)	43.38	ABCDEFG
T11	HARZ - 61 (*Purpureocillium aff. Lilacinun ROG-2010*)	56.42	DEFGHI
T12	HARZ - 30 (*Penicillium raperi*)	46.16	ABCDEFGH
T13	HARZ - 76 (*Penicillium raperi*)	46.23	ABCDEFGH
T14	HARZ - 79 (*Purpureocillium lavendulum*)	48.48	BCDEFGHI
T15	HARZ - 7 (*Microascus croci*)	31.46	AB
T16	HARZ - 53 (*Humicola* sp.)	24.17	A
T17	HARZ - 50 (*Metarhizium anisopliae*)	29.27	AB
T18	HARZ - 37 (*Acremonium sclerotigenum*)	41.89	ABCDE
T19	HARZ - 81 (*Fusarium* sp.)	67.14	GHI
T20	HARZ - 39 (*Stachybotrys* sp.)	59.39	FGHI
T21	HARZ - 6 (*Penicillium archerae*)	43.91	ABCDEFG
T22	HARZ - 78 (*Aspergillus keveii*)	42.56	ABCDEF
T23	HARZ - 58 (*Thielaviopsis* sp.)	46.26	ABCDEFGH
T24	HARZ - 33 (*Aspergillus pseudodeflectus*)	51.18	CDEFGHI

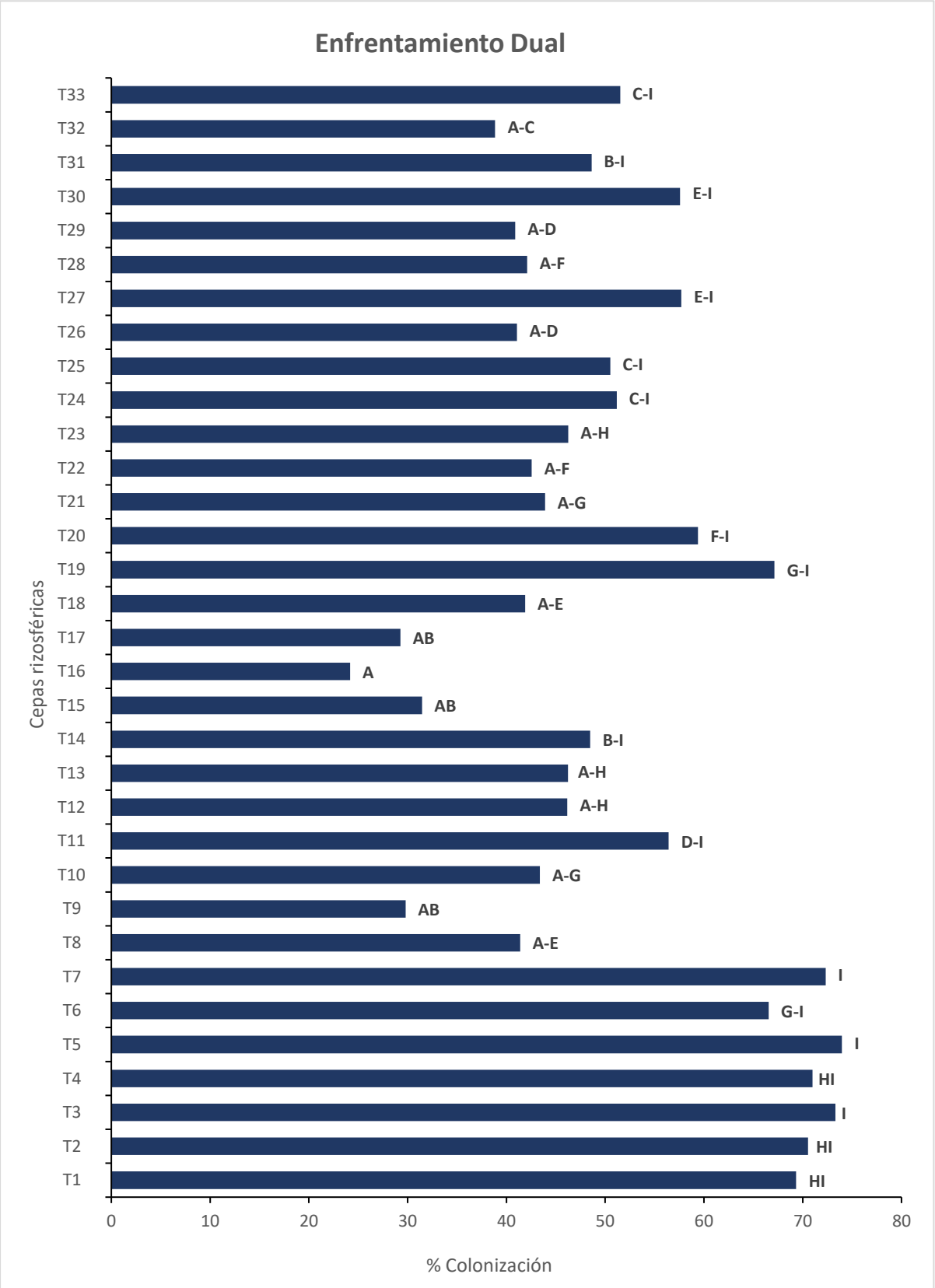
T25	HARZ - 40 (*Aspergillus calidoustus*)	50.51	CDEFGHI
T26	HARZ - 80 (*Gliomastix* sp.)	41.08	ABCD
T27	HARZ - 75 (*Penicillium* sp.)	57.71	EFGHI
T28	HARZ - 45 (*Aspergillus foetidus*)	42.09	ABCDEF
T29	HARZ - 42 (*Masoniella tertia*)	40.88	ABCD
T30	HARZ - 23 (*Paecilomyces* sp.)	57.58	EFGHI
T31	HARZ - 59 (*Chaetomium* sp.)	48.62	BCDEFGHI
T32	HARZ - 10 (*Wardomyces* sp.)	38.86	ABC
T33	HARZ - 17 (*Talaromyces sayulitensis*)	51.52	CDEFGHI

Nota. Elaboración propia (2025).

En la Figura 46 se muestran las medias de inhibición del crecimiento del patógeno por efecto de las cepas de hongos rizosféricos evaluadas. Los resultados evidencian que todas las cepas presentaron capacidad inhibitoria frente a *Botrytis cinerea*, aunque con diferentes niveles de eficacia. Las cepas pertenecientes al género *Trichoderma* registraron los mayores porcentajes de inhibición, destacando *Trichoderma* sp. (T5) con 73.97 %, seguido de *Trichoderma asperellum* (T3) con 73.31 %. Asimismo, el género *Fusarium* mostró un efecto inhibidor relevante, sobresaliendo *Fusarium* sp. (T19) con 67.14 %. En contraste, *Humicola* sp. (T16) presentó la menor actividad antagonista, alcanzando un 24.17 % de inhibición.

Figura 46

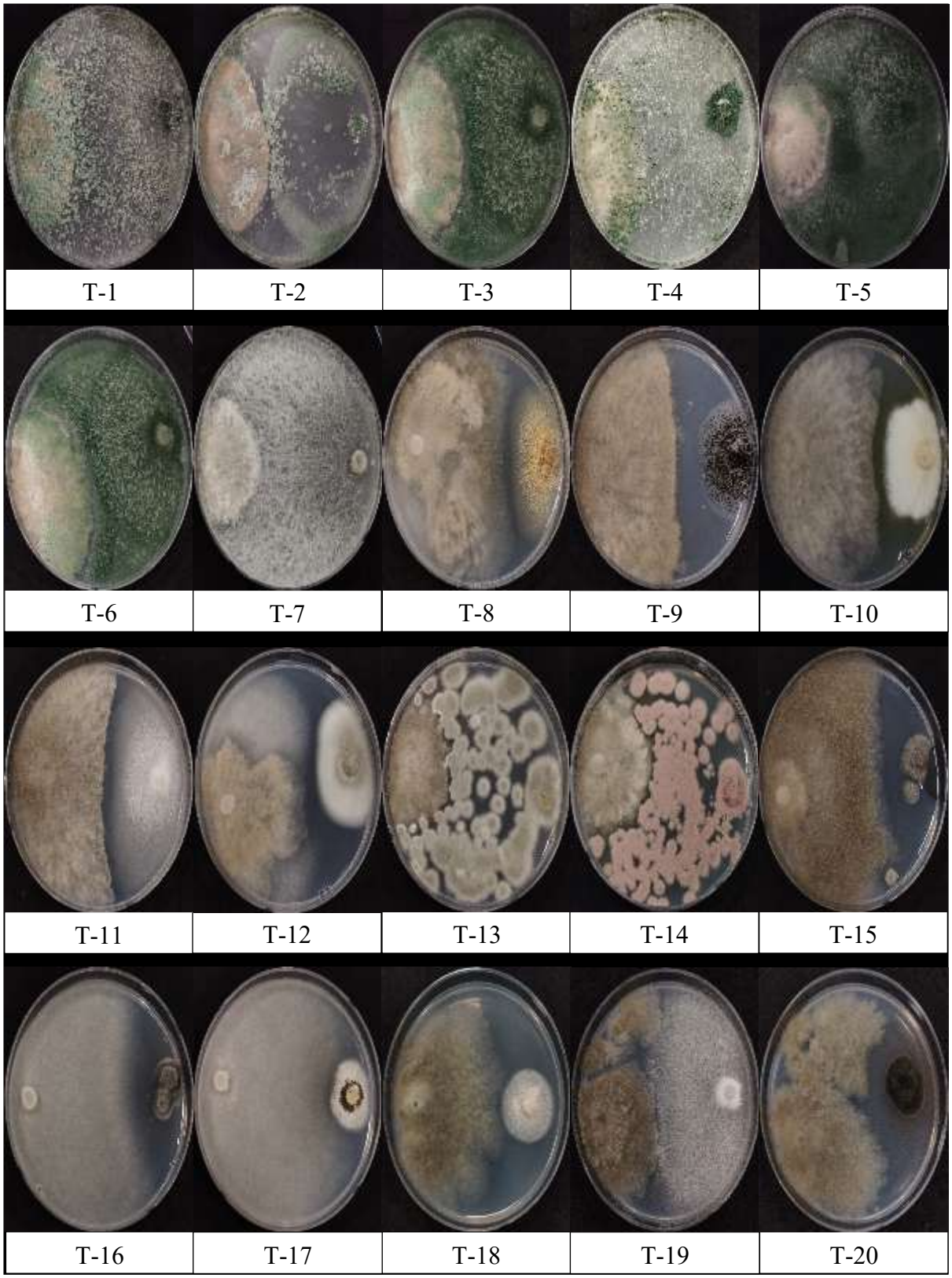
Comparación de medias de inhibición micelial del patógeno B. cinerea por cepas de hongos rizosféricos nativos de mandarina mediante enfrentamiento dual



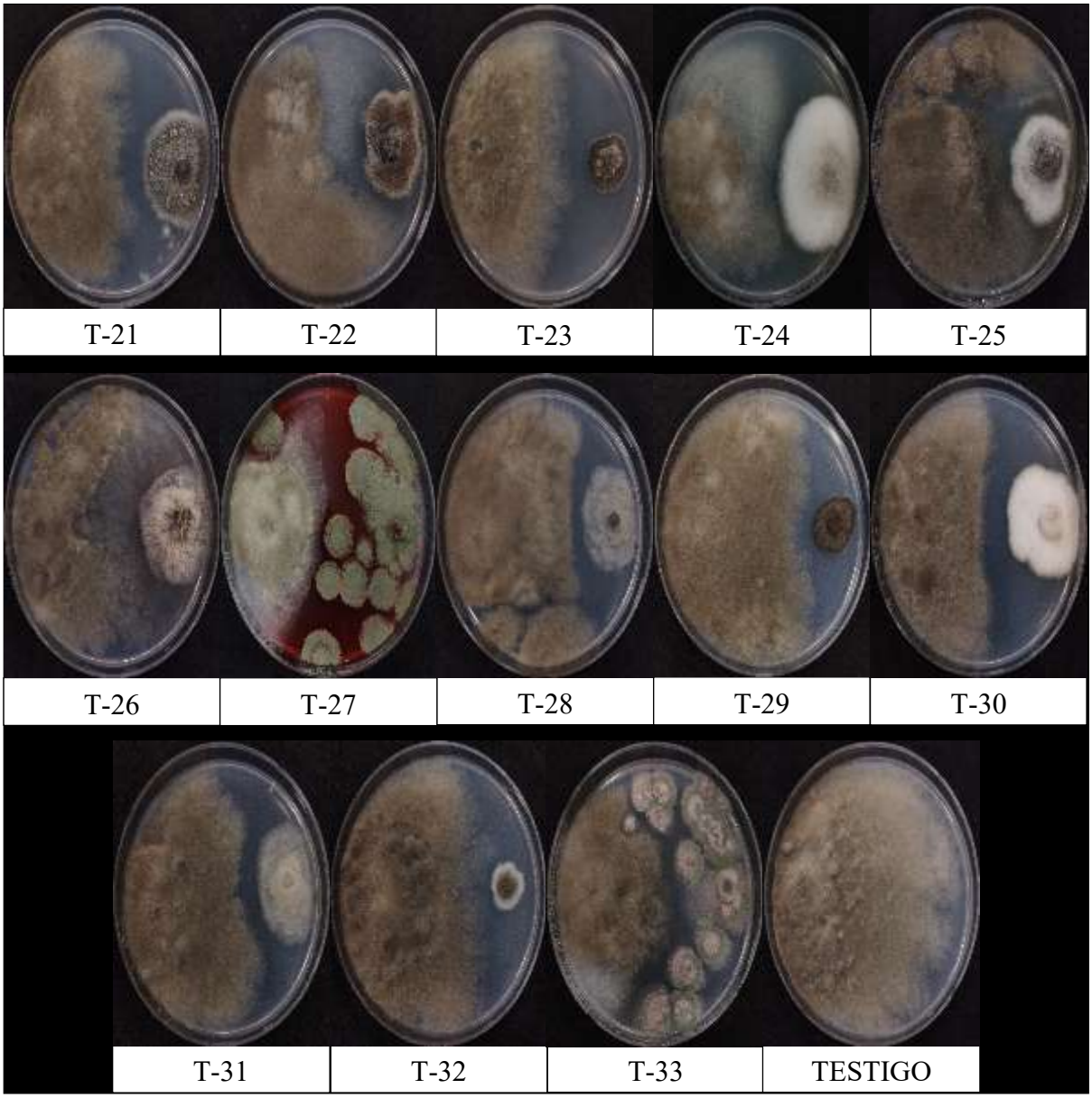
Nota. Elaboración propia (2025).

Figura 47

Efecto del enfrentamiento dual de cepas de hongos rizosféricos nativos de mandarina frente a B. cinerea



Nota. Elaboración propia (2025).



Nota. Elaboración propia (2025).

5.2.1.3. Colonización de *B. cinerea* por Cepas Nativas de Hongos Asociado a la Rizósfera de Mandarina Mediante Método de Enfrentamiento Dual.

Para analizar el micoparasitismo ejercido sobre *B. cinerea* por hongos rizosféricos nativos de mandarina, se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis con un nivel de confianza del 95 %. El valor de significancia obtenido (p = <0.0001), se procedió al rechazo la hipótesis nula, confirmando la presencia de diferencias significativas entre los tratamientos, según lo reportado en la Tabla 8.

Tabla 8

Prueba de comparación de medias de la colonización de B. cinerea por cepas de hongos rizosféricos nativos de mandarina mediante reaislamiento de enfrentamiento dual

Tratamiento	Cepa de hongo rizosféricos	Colonización (%)	Agrupación
T1	HARZ - 1 (*Trichoderma asperellum*)	100	B
T2	HARZ - 4 (*Trichoderma asperellum*)	100	B
T3	HARZ - 15 (*Trichoderma asperellum*)	100	B
T4	HARZ - 16 (*Trichoderma* sp.)	100	B
T5	HARZ - 54 (*Trichoderma* sp.)	100	B
T6	HARZ - 60 (*Trichoderma asperellum*)	100	B
T7	HARZ - 72 (*Trichoderma atroviride*)	100	B
T8	HARZ - 2 (*Aspergillus ochraceus*)	0	A
T9	HARZ - 25 (*Aspergillus niger*)	0	A
T10	HARZ - 28 (*Talaromyces* sp.)	0	A
T11	HARZ - 61 (*Purpureocillium aff. Lilacinun ROG-2010*)	0	A
T12	HARZ - 30 (*Penicillium raperi*)	0	A
T13	HARZ - 76 (*Penicillium raperi*)	0	A
T14	HARZ - 79 (*Purpureocillium lavendulum*)	0	A
T15	HARZ - 7 (*Microascus croci*)	0	A
T16	HARZ - 53 (*Humicola* sp.)	0	A
T17	HARZ - 50 (*Metarhizium anisopliae*)	0	A
T18	HARZ - 37 (*Acremonium sclerotigenum*)	0	A
T19	HARZ - 81 (*Fusarium* sp.)	100	B
T20	HARZ - 39 (*Stachybotrys* sp.)	0	A
T21	HARZ - 6 (*Penicillium archerae*)	0	A
T22	HARZ - 78 (*Aspergillus keveii*)	0	A
T23	HARZ - 58 (*Thielaviopsis* sp.)	0	A
T24	HARZ - 33 (*Aspergillus pseudodeflectus*)	0	A
T25	HARZ - 40 (*Aspergillus calidoustus*)	0	A

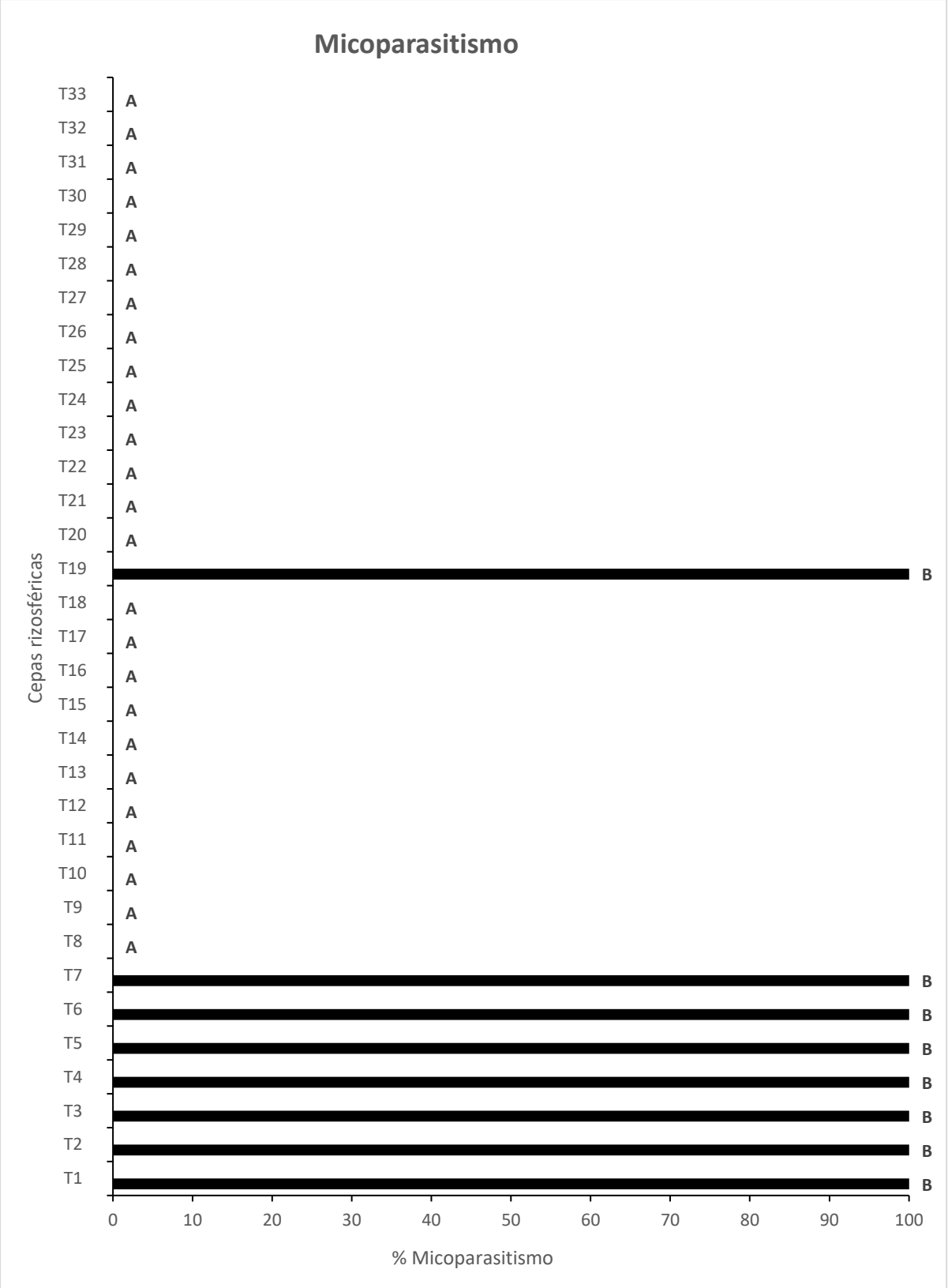
T26	HARZ - 80 (*Gliomastix* sp.)	0 A
T27	HARZ - 75 (*Penicillium* sp.)	0 A
T28	HARZ - 45 (*Aspergillus foetidus*)	0 A
T29	HARZ - 42 (*Masoniella tertia*)	0 A
T30	HARZ - 23 (*Paecilomyces* sp.)	0 A
T31	HARZ - 59 (*Chaetomium* sp.)	0 A
T32	HARZ - 10 (*Wardomyces* sp.)	0 A
T33	HARZ - 17 (*Talaromyces sayulitensis*)	0 A

Nota. Elaboración propia (2025).

En la comparación de medias se evidenció que no todas las cepas endófitas evaluadas lograron colonizar a *Botrytis cinerea*. La capacidad de micoparasitismo se observó únicamente en determinadas cepas del género *Trichoderma*, correspondientes a los tratamientos T1, T2, T3 y T6 (*Trichoderma asperellum*), T4 y T5 (*Trichoderma* sp.) y T7 (*Trichoderma atroviride*). De manera similar, la cepa *Fusarium* sp. (T19) alcanzó un 100 % de micoparasitismo. Estos resultados indican la ausencia de diferencias estadísticas entre los tratamientos mencionados, lo que sugiere una eficacia homogénea en la inhibición del crecimiento de *B. cinerea.* En contraste, los tratamientos T8, T9, T10, T11, T12, T13, T14, T15, T16, T17, T18, T20, T21, T22, T23, T24, T25, T26, T27, T28, T29, T30, T31, T32 y T33 registraron el menor nivel de micoparasitismo (0 %), agrupándose en una misma categoría estadística. Las diferencias entre medias y su correspondiente clasificación se presentan en la Figura 48.

Figura 48

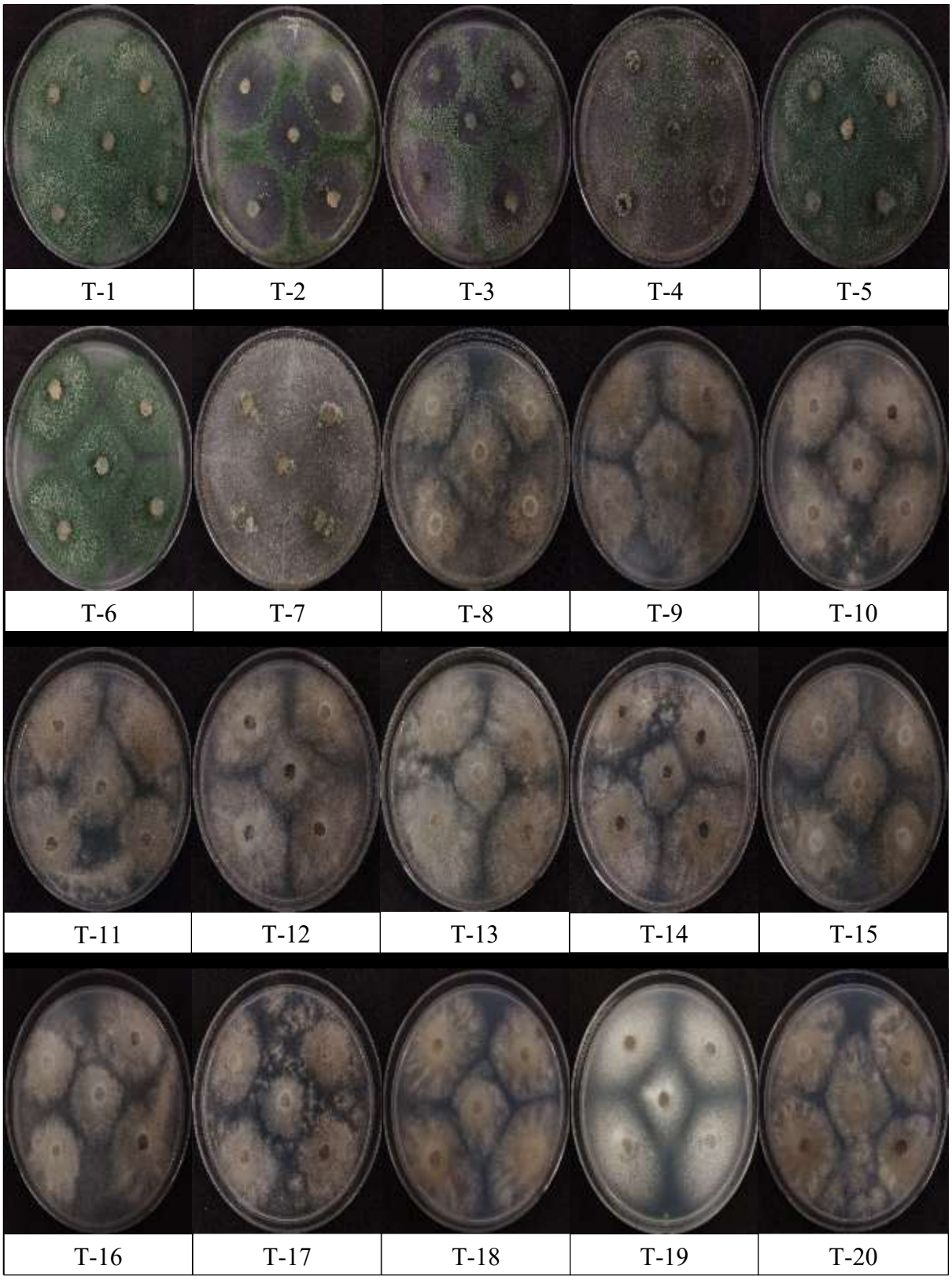
Comparación de medias de porcentaje de colonización de B. cinerea por cepas de hongos rizosféricos nativos de mandarina mediante reaislamiento de enfrentamiento dual



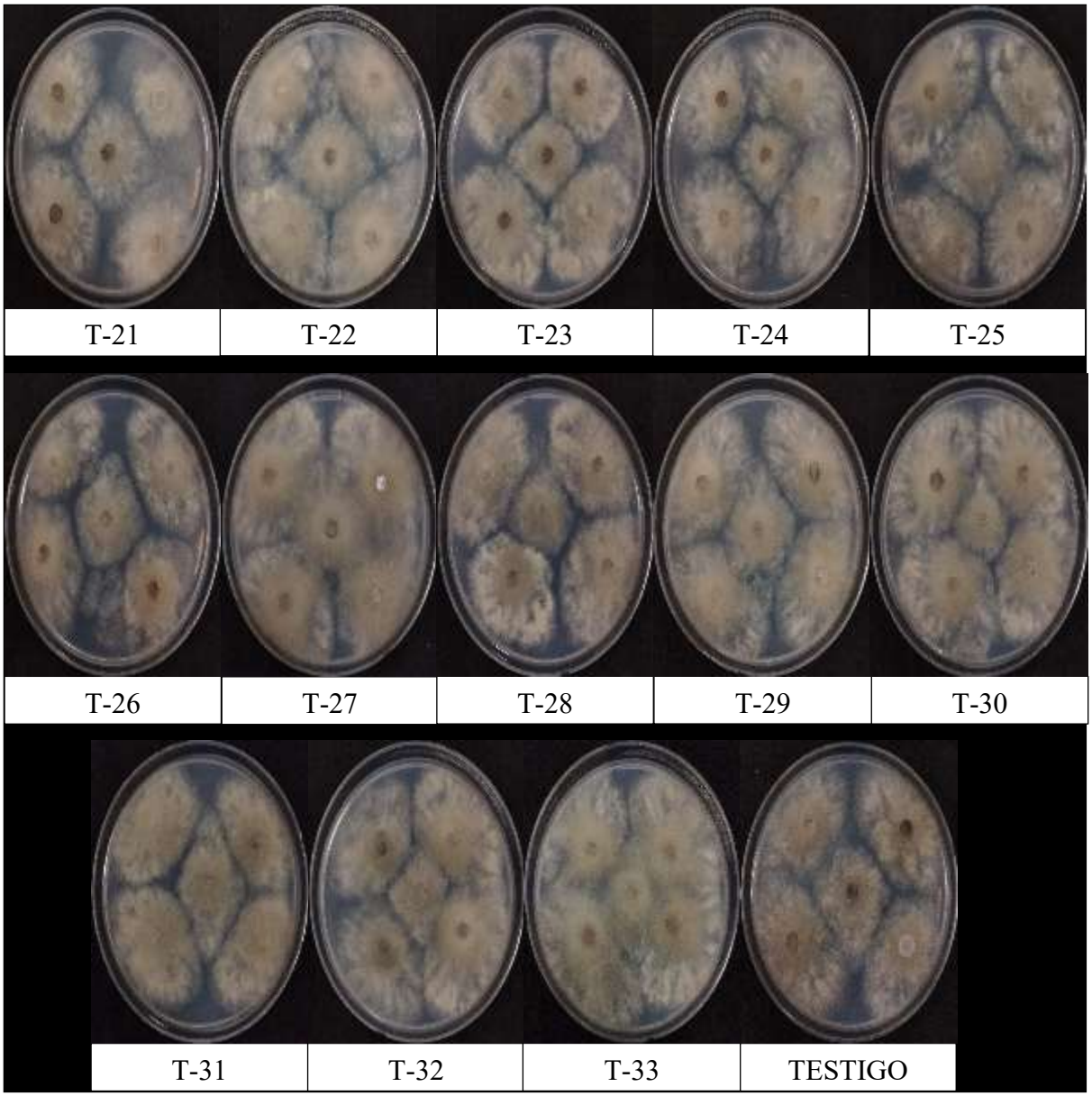
Nota. Elaboración propia (2025).

Figura 49

Reaislamiento de la zona de enfrentamiento de cultivos duales de cepas de hongos rizosféricos nativos de mandarina frente a B. cinerea en medio de cultivo PDA



Nota. Elaboración propia (2025).



Nota. Elaboración propia (2025).

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este trabajo de investigación, la evaluación de la capacidad antagónica mediante el método de antibiosis permitió evidenciar que los metabolitos secundarios producidos por las cepas nativas de hongos rizosféricos asociado a *Citrus reticulata* mostraron distintos niveles de inhibición sobre el crecimiento micelial de *Botrytis cinerea*. En particular, la cepa de HARZ-25 (*Aspergillus niger*) destacó por su elevado porcentaje de inhibición, lo que sugiere una notable producción de compuestos antifúngicos extracelular con potencial biocontrolador. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Leon-Ttacca et al. (2022), quienes demostraron que los metabolitos de cepas endófitas de *Aspergillus* lograron inhibir significativamente el crecimiento micelial de *B. cinerea*, alcanzado los niveles de inhibición superior de 100%. De manera general, los resultados reafirman la importancia de los metabolitos secundarios como mecanismos de defensa en hongos antagonistas, capaces de actuar de forma directa sobre el patógeno de alta agresividad como *B. cinerea*. Estos compuestos podrían constituir una alternativa ecológica viable para el manejo integrado de enfermedades en cítricos, reduciendo la dependencia de fungicidas químicos y promoviendo la sostenibilidad agrícola.

En cuanto la variable de micoparasitismo, donde la cepa nativa de hongos rizosféricos asociado a la planta de mandarina, donde las cepas del género *Trichoderma* destacaron en los ensayos mediante el método de cultivo dual. Entre ellos, la cepa de *Trichoderma* sp. (HARZ-54) y *Trichoderma asperellum* (HARZ-15) mostraron el mejor desempeño al inhibir la colonización de *Botrytis cinerea*. Resultados similares han sido reportado por Villalpando et al. (2016), evaluaron la inhibición micelial del patógeno de *B. cinerea* mediante cepas de *Trichoderma,* destacando que la "Cepa cátedra" inhibió un 46%, asimismo seguido las cepas de "SS" y "Invernadero" con valores de 46% y 36% de inhibición micelial. Este efecto se atribuye a la notable plasticidad de la especie, su rápida velocidad de crecimiento y desarrollo, así como a su capacidad de micoparasitismo, que le permite adherirse, enrollar y penetrar a patógenos. Además, produce enzimas extracelulares como quitinasas y celulosas, las cuales degradan la pared celular de diversos patógenos (Infante et al., 2009). Otros resultados obtenidos concuerdan con lo informado por Arestegui-Cantoral et al. (2024) reportaron resultados similares al evaluar el enfrentamiento dual entre cepas endófitos de *Trichoderma* y *B. cinerea*, particularmente la cepa de HE-ArR6 lograron una inhibición del 60.14% en el crecimiento de *B. cinerea* mediante pruebas de enfrentamiento dual. Los resultados del presente trabajo confirman la efectividad de *Trichoderma* como biocontrolador, consolidando su papel en el manejo ecológico del moho gris en cítricos. En relación con la colonización de

Botrytis cinerea, únicamente algunas de las cepas de hongos rizosféricos aisladas de plantas de mandarina lograron una colonización total del patógeno. De las siete cepas pertenecientes al género *Trichoderma* y una cepa correspondiente al género *Fusarium* evaluadas, solo aquellas con mayor capacidad antagonista alcanzaron el 100 % de colonización, lo que evidencia diferencias interespecíficas en la eficiencia de control biológico. De manera concordante. León et al. (2022) reportaron una colonización del 100 % de *B. cinerea* al emplear cepas endófitas de *Trichoderma*, destacando el elevado potencial de este género para el control del moho gris mediante mecanismos como el micoparasitismo y la rápida colonización del sustrato.

VII. CONCLUSIONES

Se identifico 56 cepas de hongos rizosféricos pertenecientes a 18 géneros, entre ellos *Acremonium* sp., *Aspergillus* sp., *Chaetomium* sp., *Cladosporium* sp., *Fusarium* sp., *Gliomastix* sp., *Humicola* sp., *Masoniella* sp., *Metarhizium* sp., *Microascus* sp., *Penicillium* sp., *Purpureocillium* sp., *Stachybotrys* sp., *Talaromyces* sp., *Thielaviopsis* sp., *Trichoderma* sp., *Paecilomyces* sp., y *Wardomyces* sp. asociado a la rizósfera de mandarina.

De la prueba antibiosis los metabolitos obtenidos de la cepa HARZ - 25 del género *Aspergillus* y HARZ - 81 del género de *Fusarium* fueron los que tuvieron mayor efecto en el porcentaje de inhibición micelial del *B. cinerea,* con 66.58 % y 63.29% respectivamente, a comparación de la cepa HARZ - 33 del género *Aspergillus* que tuvo menor efecto hacia el patógeno con 3.85% de inhibición micelial.

En la prueba de micoparasitismo mediante enfrentamiento dual, las cepas HARZ - 54 (*Trichoderma* sp.) y HARZ -15 (*Trichoderma asperellum*) destacaron al obtener los mayores porcentajes de colonización de *Botrytis cinerea*, con valores 73.97% y 73.31%, respectivamente. Por el contrario, cepa HARZ - 53 (*Humicola*) registro el menor nivel de inhibición alcanzando solo 24.17%. El reaislamiento permitió confirmar que siete cepas del género *Trichoderma* y una cepa de *Fusarium* lograron colonizar completamente (100%) al patógeno, evidenciando su comportamiento micoparasítico agresivo. Estos hongos rizosféricos prometen ser potenciales biocontroles con una alternativa al control químico.

VIII. RECOMENDACIONES

Realizar estudios sobre la identificación de los metabolitos de cepas de hongos antagonistas con potencial de biocontrol a *Botrytis cinerea*.

Realizar experimentos bajo a condiciones de campo y ver la efectividad de los antagonistas que han tenido mayor control sobre patógeno *Botrytis cinerea* en condiciones de laboratorio.

Realizar estudios de caracterización más detallada de cada uno de los hongos antagonistas estudiados ya que puede ser un componente importante de la agricultura sostenible, porque son seguros, rentables, tienen la capacidad de producir varios compuestos como fitohormonas, compuestos defensivos, enzimas extracelulares, inhibir patógenos de plantas y promover el crecimiento de las plantas.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agrios, G. N. (1996). *Fitopatología G.N. AGRIOS* (2da edición). Limusa. http://biblioteca.utsem-morelos.edu.mx/files/asp/biologia/FITOPATOLOGIA%20-%20George%20N-Agrios.pdf,pp

Agrios, G. N. (2005). *Fitopatología de G. N. Agrios*. In Ciencia e investigación agraria (Vol. 31, Issue 2). https://doi.org/10.7764/rcia.v31i2.1305

Agrios, G. N. (2010). *Fitopatología* (2a edición). Limusa.

Agustí Fonfria, M., Mesejo Conejos, C., & Reig Valor, C. (2020). *Citricultura: Vol. 3a Edición* (Mundi-Prensa). Torculo Comunicación Gráfica. https://www.mundiprensa.com/catalogo/9788484767589/citricultura-3%C2%AA-ed-

Al-Fakih, A. A. (2014). Overview on the fungal metabolites involved in mycopathy. *Open Journal of Medical Microbiology*, *4*(1), 38–63. https://doi.org/10.4236/ojmm.2014.41006

Alvarez Gómez, T. B. (2013). *Biocontrol de Botrytis cinerea a partir de extractos fenólicos de fresa* [Tesis de Posgrado, Instituto Politécnico Nacional]. http://tesis.ipn.mx/handle/123456789/12245

Ancillo, G., & Medina, A. (2014). *Monografías Botánicas LOS CÍTRICOS* (Universitat de València, Ed.; Vol. 2). Gráficas Mare Nostrum, S. L. http://www.jardibotanic.org/fotos/pdf/publicacion_2_84_LOS_CITRICOS-ESP.pdf

Andrés Ares, J. L. (2015). *Plantas leñosas ornamentales: Control de enfermedades producidas por hongos y cromistas*. MUNDI-PRENSA LIBROS, Madrid. https://www.librouro.com/libro/ver/939513-plantas-lenosas-ornamentales-control-de-enfermedades-producidas-por-hongos-y-cr.html

Archila, O. M. (2018). *Aproximación al manejo de efecto de Botrytis cinerea en cultivos de tomate producido en el municipio de Fómeque, Cundinamarca* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/68912

Areosa Vidal, M. (2012). *Estudio fenológico - reproductivo del limón INIA - Ana Claudia* [Tesis de Pregrado, Universidad de la República]. https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/9673

Arestegui-Cantoral, Y. C., Gaslac Zumaeta, E., & Leon Ttacca, B. (2024). *Native Trichoderma strains for the control of grey mould (Botrytis cinerea Pers.) in fruits and flowers of blueberry (Vaccinium corymbosum L.)*. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 27,

Art. No. 150. https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/download/5072/2367

Bailey, B. A., Bae, H., Strem, M. D., Crozier, J., Thomas, S. E., Samuels, G. J., Vinyard, B. T., & Holmes, K. A. (2008). Antibiosis, mycoparasitism, and colonization success for endophytic *Trichoderma* isolates with biological control potential in *Theobroma cacao*. *Biological Control*, *46*(1), 24-35. https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2008.01.003

Banda Vichicela, P. E. (2014). *Caracterización morfológica de hongos fitopatógenos en el cultivo de mora de castilla (Rubus glaucus Benth) sector Huachi Chico-Ambato-Tungurahua, 2014*. Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi.

Barnett, H. L., & Hunter, B. B. (1998). *Illustrated genera of imperfect fungi.* (Third Edition). Macmillan Publishing Company. USA.218 p.

Barrera Zubieta, J. J., & Echenique Leal, D. K. (2019). *Efecto de crecimiento de hongos antagonistas (Trichoderma sp y Gliocladium sp) frente a hongos entomopatógenos (Metarhizium sp, Paecilomyces sp y Beauveria sp) en medio nutritivo de PDA.* [Tesis de Pregrado, Universidad de los Llanos]. https://repositorio.unillanos.edu.co/handle/001/1410

Bartolo Mendoza, I. (2019). *Control de Botrytis cinerea Pers. (Telomorfo: Botryotinia fuckeliana de Bary) en rosa con extractos de vis silvestre* [Tesis de Pregrado, Universidad Autónoma del Estado de México]. http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/105079

Benito Pescador, D. (2010). *Análisis y caracterización de genes de Botrytis cinerea cuya expresión se induce in planta en la interacción B. cinerea - tomate* [Tesis Doctoral, Universidad de Salamanca]. https://www.youscribe.com/catalogue/documents/savoirs/sciences-formelles/analisis-y-caracterizacion-de-genes-de-botrytis-cinerea-cuya-1848100

Bernabé Salomón, L. A. (2016). *Identificación molecular de bacterias cultivadas y no cultivadas asociadas a la rizósfera de Opuntia ficus-indica (L.) mill. (Cactaceae) en ecosistemas áridos* [Tesis de Posgrado, Universidad Nacional de Tumbes]. http://repositorio.untumbes.edu.pe/handle/UNITUMBES/186

Cáceres Candia, D. P. (2020). *Control de Botrytis cinerea Pers. en mandarina Satsuma var. Okitsu mediante fungicidas biológicas y químicas en Huara.* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/4136

Caiza Chimarro, V. E. (2013). *Colección, identificación y pruebas de eficacia in vitro de (Trichoderma sp). en el control biológico de (Botrytis cinerea) en la finca florícola picasso roses.* [Tesis de Pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/5073

Camacho Barrera, A. P., & Henao Granda, S. (2010). *Respuestas de hongos antagonistas bajo dos condiciones de temperatura en un pastizal (Cuenca de río blanco, Cundinamarca)* [Tesis de Pregrado, Pontificia Universidad Javeriana]. http://hdl.handle.net/10554/8733

Camarena Lizarzaburu, J. A. (2012). *Efecto de la actividad metabólica de cepas de hongos antagonistas sobre Alternaria alternata (fr.) Causante de la mancha parda en cítricos* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. https://hdl.handle.net/20.500.12672/1418

Cañedo, V., & Ames, T. (2004). *Manual de Laboratorio para el Manejo de Hongos Entomopatógenos*. Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú, 62 p. https://doi.org/cip@cgiar.org, www.cipotato.org

Casimiro Melgarejo, H. B. (2022). *Control del moho gris (Botrytis cinerea Pers.) en tomate (Solanum lycopersicum) cv. Huascarán mediante fertilizantes foliares en la Molina* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. https://hdl.handle.net/20.500.12996/5259

Chávez Infante, P. A. (2016). *Control del moho gris (Botrytis cinerea Pers.) en Begonia rex con fungicidas químicos y biológicos* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. https://hdl.handle.net/20.500.12996/1967

Condori Ticona, N., Leon Ttacca, B., & Zapana Pari, J. G. (2016). Hongos antagónicos nativos de *Vicia faba* L. con capacidad de biocontrol hacia *Botrytis fabae* S. *Revista de Investigaciones Altoandinas, 18*(3), 281-288. https://doi.org/10.18271/RIA.2016.217

Diego Mendoza, V. M. (2016). *Efecto de diferentes dosis de auxinas en el rendimiento de mandarina (Citrus reticulata L), valle de Huaral 2016* [Tesis de Pregrado, Universidad San Pedro]. http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/10420

Fernández-Larrea Vega, O. (2001). Microorganismos antagonistas para el control fitosanitario. *Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba (Costa Rica)*, *No. 62*, 96-100. https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/6578

Gomez, K. A., & Gomez, A. A. (1984). *Statistical procedures for agricultural research* (2nd ed.). John Wiley & Sons.

Gómez Ramírez, H., Soberanis Ramírez, W., Tenorio Cantoral, M., & Torres Del Aguila, E. (2013). *Manual de producción y uso de hongos antagonistas*. Servicio Nacional de Sanidad Agraria SENASA. https://www.senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2017/09/Manual-de-Producción-y-Uso-de-Hongos-Antagonistas.pdf

Gunatilaka, A. A. L. (2006). Natural products from plant-associated microorganisms: Distribution, structural diversity, bioactivity, and implications of their occurrence. *Journal of Natural Products, 69*(3), 509–526. https://doi.org/10.1021/np058128n

Infante, D., Martínez, B., González, N., & Reyes, Y. (2009). Mecanismo de acción de *Trichoderma* frente a hongos fitopatógenos. *Revista de Protección Vegetal*, *24*(No.1), 14-21.http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010275220090001000 02

Jiménez, M. A., Ulacio, D., Perdomo, W., & Briceño, E. (2009). Micobiota y nematodos asociados con la rizósfera y raíz en el cultivo de ajo (*Allium sativum* L.). *Bioagro*, *21*(3), 209-216. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612009000300010&lng=es&tlng=es.

Juma Fernando, B. (2019). *Identificación y caracterización de aislados de Botrytis cinerea obtenidos desde flores atizonadas y frutos con pudrición calicinal cvs. Cripps Pink y Fuji.* [Tesis de Maestría, Universidad de Talca]. http://dspace.utalca.cl/bitstream/1950/11902/5/20190072.pdf

Khan, A. A., Bacha, N., Ahmad, B., Lutfullah, G., Farooq, U., & Cox, R. J. (2014). Fungi as chemical industries and genetic engineering for the production of biologically active secondary metabolites. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, *4*(11), 859-870.

Lagos Perez, M. R. (2018). *Efecto del aceite de canela (Cinnamomum zeylanicum Blume) en Botrytis cinerea Pers. IN VITRO e IN VIVO*. Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Ambato.

Leon Ttacca, B., Ortiz Calcina, N., Condori Ticona, N., & Chura Yupanqui, E. (2018). Cepas de *Trichoderma* con capacidad endofitica sobre el control del mildiu (*Peronospora variabilis* Gäum.) y mejora del rendimiento de quinua. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, *20*(1), 19-30. https://doi.org/10.18271/RIA.2018.327

Leon-Ttacca, B., Yactayo-Yataco, R. J., Astete-Farfán, A., Mattos-Calderón, L. L., & Arestegui-Cantoral, J. C. (2022). *Antibiosis y micoparasitismo de hongos endófitos sobre el agente causal del moho gris del arándano (Botrytis cinerea)*. *Bioagro*, 34(3), 209-220. http://www.doi.org/10.51372/bioagro343.1

Llanos Melo, A. K. (2017). *Control de Botrytis cinerea Pers. en fresa (Fragaria x ananassa Duch.) cv. aromas mediante fungicidas biológicos y químicos en Huaral* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. https://hdl.handle.net/20.500.12996/3018

Llicahua Cusi, D. V. (2018). *Aislamiento y efecto antagonista "in vitro" de Trichoderma spp. frente a Fusarium sp. del cultivo de cebolla de los distritos de Santa Rita de Siguas y de Tiabaya – Arequipa-2018* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/6775

Luna Rodríguez, J., & Lecuona, R. E. (2002). Selección de cepas de hongos entomopatógenos nativos para el control de la tucura *Rhammatocerus pictus* (Bruner) (Orthoptera: Acrididae). *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, *31*(1), 67-83. https://www.redalyc.org/pdf/864/86431105.pdf

Marín-Chacón, M. A., Rivera-Coto, G., Villalobos-Moya, K., Orozco-Rodríguez, R., & Orozco-Cayasso, S. (2017). Evaluación de hongos antagonistas de *Botrytis cinerea* Pers., en plantaciones de mora, Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, *41*(1), 7-18. https://doi.org/10.15517/RAC.V41I1.29737

Martínez Frías, E. S. (2012). *Correlación entre la evaluación «In vitro» e «In vivo» de la sensibilidad a fungicidas de Botrytis cinerea: Anilopirimidinas* [Tesis de Pregrado, Universidad de la República]. https://hdl.handle.net/20.500.12008/1707

Matute Calle, P. F. (2019). *Control biológico del moho gris (Botrytis cinerea) en cultivos de fresa (Fragaria vesca L.) mediante hongos filamentosos antagonistas* [Tesis de Pregrado, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA]. https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18147/1/UPS-CT008620.pdf

Memenza Zegarra, M. E. (2009). *Control biológico in vitro de Botrytis cinerea (Pers) mediante el uso de hongos antagonistas, en vid (Vitis vinifera)*. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Mesa-Vanegas, A. M., Marin, A., & Calle-Osorno, J. (2019). Metabolitos secundarios en *Trichoderma* spp. y sus aplicaciones biotecnológicas agrícolas. *Actualidades Biológicas, 41*(111), 32-44. https://doi.org/10.17533/udea.acbi.v41n111a02

MINCETUR. (2018). *Perú es el principal exportador de mandarina, clementina y tangelo en América*. https://www.mincetur.gob.pe/mincetur-peru-es-el-principal-exportador-de-mandarina-clementina-y-tangelo-en-america/

Paredes Alcívar, M. A., & Arévalo Pinto, M. E. (2015). *Estudio de factibilidad financiera para la producción de mandarina King Injerta en el cantón La Maná, provincia de Cotopaxi*

y propuesta de plan de exportación hacia el mercado de Toronto, Canadá. Tesis de Pregrado, Universidad Politécnica Salesiana Ecuador.

Pincay, A., Noboa, M., Viera, W., Herrera, K., León, A., & Jackson, T. (2021). *Evaluación in vitro* del potencial antagonista de *Trichoderma* sp. y hongos endófitos de mora (*Rubus glaucus* Benth) para el control de *Botrytis cinerea*. *Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación*, *6*(1), 109-124. https://doi.org/doi.org/10.5281/zenodo.4917695

Procitrus. (2019, febrero 27). *Procitrus: Mandarinas peruanas llegarían este año a Japón y la India*. [Economía]. GESTIÓN. https://gestion.pe/economia/procitrus-mandarinas-peruanas-llegarian-ano-japon-india-259788-noticia/?ref=gesr

Quiroga-Rojas, L. F., Ruiz-Quiñones, N., Muñoz-Motta, G., & Lozano-Tovar, M. D. (2012). Microorganismos rizosféricos, potenciales antagonistas de *Fusarium* sp. causante de la pudrición radicular de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims). *ACTA AGRONÓMICA*, *61*(num.3), 265-272.

Quiroz-Sarmiento, V. F., Ferrera-Cerrato, R., Alarcón, A., & Lara Hernández, M. E. (2008). Antagonismo *in vitro* de cepas de *Aspergillus* y *Trichoderma* hacia hongos filamentosos que afectan al cultivo del ajo. *Revista Mexicana de Micología, 26*(1), 27-34. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=88302605

Rey, A., Garea, M., & Lago, J. C. (2007). *Glosario Micológico*. Agrupación Micológica A Zarrota. https://aprenderly.com/doc/3202879/glosario-micológico---agrupación-micológica-a-zarrota

Robles Carrión, A. R. (2011). *Evaluación de microorganismos antagonistas y sustancias naturales en el control de enfermedades foliares en tomate* [Tesis de Pregrado, Universidad Central "Marta Abregu" de las Villas]. http://dspace.uclv.edu.cu:8089/handle/123456789/2166

Romero-Cortes, T., López-Pérez, P. A., Ramírez-Lepe, M., & Cuervo-Parra, J. A. (2015). Modelado cinético del micoparasitismo por *Trichoderma harzianum* contra *Clasdosporium clasdosporioides* aislados de frutos de cacao (*Theobroma cacao*). *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, *31*(3), 32-45. http://dx.doi.org/10.4067/S0719-38902016000100004

Sánchez-León, G., Vargas-Rincón, A., & Jiménez, P. (2015). Evaluación de la actividad antifúngica de extractos etanólicos de dos morfotipos de *Raphanus raphanistrum* L. sobre tres hongos fitopatógenos. *Bioagro*, *27*(1), 3-10. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612015000100001

Skidmore, A. M., & Dickinson, C. H. (1976). Colony interactions and hyphal interference between *Septoria nodorum* and phylloplane fungi. *Transactions of the British Mycological Society*, *66*(1), 57-64. https://doi.org/10.1016/S0007-1536(76)80092-7

Stocco, M. C. (2014). *Control biológico de Mycosphaerella graminicola, patógeno del trigo, con cepas de Trichoderma harzianum caracterizadas por su morfología, fisiología, actividad enzimática y molecular.* [Tesis doctoral, Universidad Nacional de La Plata]. https://doi.org/10.35537/10915/42904

Torres, E., Iannacone, J., & Gomez, H. (2008). Biocontrol del moho foliar del tomate *Cladosporium fulvum* empleando cuatro hongos antagonistas. *Bragantia*, *67*(1), 169-178. https://doi.org/10.1590/S0006-87052008000100021

Vidal Martínez, N. A., Argumedo Delira, R., Sánchez Pale, J. R., Chiquito Contreras, R. G., González Mendoza, D., & Sánchez Viveros, G. (2021). Microorganismos antagonistas: una alternativa para el control biológico de enfermedades fúngicas presentes en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.). *ITEA - Información Técnica Económica Agraria*, *117*(3), 214-226. http://hdl.handle.net/20.500.11799/111377

Vilca Torres, P. M. (2021). *Dosis y momentos de aplicación del fungicida pyrimetanil y su efecto en el control de Botrytis cinérea en fresa, Barranca* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/UNJFSC/6306

Villalobos Alvarez, C. A. (2006). *Características morfológicas y patogénicas de aislamientos de Botrytis cinerea Pers. Fries desde arándano (Vaccinium corymbosum L. y Vaccinium virgatum Ait.) resistentes a benomilo* [Tesis de Pregrado, Universidad Austral de Chile]. http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2006/fav714c/doc/fav714c.pdf

Villalpando, M. C., Murillo, B., Zapata, S. R., Guerrero, E. E. F., & Mónaco, C. I. (2016). *Comparación in vitro de cepas nativas de Trichoderma sp. como controlador biológico de Botrytis cinerea*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, 20, 29–36. ISSN 2314-1433 / 2796-8111.

X. ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Consistencia

TÍTULO: "Hongos rizosféricos asociados a *Citrus reticulata* con capacidad antagónica hacia el patógeno del moho gris de la mandarina (*Botrytis cinerea*)"						
PROBLEMA	**OBJETIVO**	**HIPÓTESIS**	**VARIABLES**	**INDICADORES**	**ÍNDICES**	**MÉTODOS**
Problema General ¿Cuáles son los hongos rizosféricos asociado a *Citrus reticulata* con capacidad antagónica hacia el patógeno del moho gris de la mandarina (*Botrytis cinerea*)? **Problemas Específicos** ¿Cuáles son los géneros de hongos asociados a la rizósfera de plantas de mandarina (*Citrus reticulata*), Cañete? ¿Cuál es efecto antagónico de cepas de géneros de hongos asociados a la rizósfera de *Citrus reticulata* hacia patógeno del moho gris de la mandarina (*Botrytis cinerea*) *In vitro*?	**Objetivo General** Seleccionar cepas de hongos rizosféricos asociados a *Citrus reticulata* con capacidad antagónica hacia el patógeno del moho gris de la mandarina (*Botrytis cinerea*). **Objetivos Específicos** Aislar e identificar géneros de hongos asociado a la rizósfera de plantas de mandarina (*Citrus reticulata*), Cañete. Evaluar el efecto antagónico de cepas de géneros de hongos asociados a la rizósfera de *Citrus reticulata* con capacidad antagónica hacia el patógeno del moho gris de la mandarina (*Botrytis cinerea*) *In vitro*.	**Hipótesis General** Existen cepas de géneros de hongos asociados a la rizósfera de plantas de *Citrus reticulata* con capacidad antagónica hacia el patógeno del moho gris de la mandarina (*Botrytis cinerea*). **Hipótesis Específicos** Existen géneros de hongos asociados a la rizósfera de plantas de mandarina (*Citrus reticulata*) en el valle Cañete. Existen cepas de géneros de hongos asociados a la rizósfera de *Citrus reticulata* con capacidad antagónica hacia el patógeno del moho gris de la mandarina (*Botrytis cinerea*) *In vitro*.	**Variable Independiente** Cepas de hongos antagonistas **Variable Dependiente** Géneros Antibiosis cepas hongos nativos de mandarina hacia *Botrytis cinerea* Micoparasitismo cepas hongos nativos de mandarina hacia *Botrytis cinerea*	Se determinará la capacidad antagónica de cepas asociada a la rizósfera de mandarina hacia *Botrytis cinerea* Estructuras Vegetativas Estructuras reproducción Estructuras Conservativa Se determinará el porcentaje de inhibición micelial del patógeno en presencia de los metabolitos secundarios liberados por hongos antagónicos. Se determinará el porcentaje de colonización del patógeno por los géneros y/o cepas de los hongos antagónicos.	% Forma Color Forma Color Forma Color % %	**Tipo de Investigación** En cuanto al tipo de investigación según su propósito es aplicada, según el nivel de conocimiento explicativos, según la variable cuantitativa y con el periodo de tiempo es transversal. **Método y Diseño de Investigación** En cuanto al método de investigación es experimental y se ejecutará bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA) con 34 tratamientos (33 cepas de hongos rizosféricos y un testigo) con 3 repeticiones. **Población y Muestra** La población de las cepas de hongos rizosféricos antagonistas es infinita, la muestra es 33 cepas de hongos antagonistas nativas asociado a la rizósfera de mandarina

Nota: Elaboración propia

Anexo 2. Ubicación del proyecto de investigación



Nota. La ejecución del proyecto se realizó en el Laboratorio de Sanidad Vegetal en la sede CNI de la Universidad Nacional de Cañete.

Anexo 3. Laboratorio de Sanidad Vegetal



Nota. Todos los bioensayos se desarrollaron en el Laboratorio de Sanidad Vegetal con el apoyo de la asesora Dra. Betsabe Leon Ttacca.

Anexo 4. Datos de la variable porcentaje de la inhibición micelial de *Botrytis cinerea* mediante la prueba de antibiosis

CEPA	GÉNERO DE HONGOS RIZOSFÉRICOS	REP	PLACAS	MEDIDAS (MM)				PROMEDIO	PROMEDIO SIN DISCO	PROMEDIO TESTIGOS	% INHIBICIÓN
				A	B	C	D				
HARZ - 1	*Trichoderma asperellum*	R1	P1	17,00	15,63	15,66	16,59	16,22	13,72		40,69
HARZ - 1	*Trichoderma asperellum*	R1	P2	17,77	19,22	17,86	17,44	18,07	15,57		32,68
HARZ - 1	*Trichoderma asperellum*	R1	P3	16,90	14,84	16,89	15,53	16,04	13,54		41,47
HARZ - 1	*Trichoderma asperellum*	R2	P1	18,89	18,48	18,59	19,72	18,92	16,42		29,02
HARZ - 1	*Trichoderma asperellum*	R2	P2	19,10	19,64	19,63	19,50	19,47	16,97		26,65
HARZ - 1	*Trichoderma asperellum*	R2	P3	18,37	17,58	15,32	16,99	17,07	14,57		37,04
HARZ - 1	*Trichoderma asperellum*	R3	P1	17,10	20,03	20,55	19,95	19,41	16,91		26,91
HARZ - 1	*Trichoderma asperellum*	R3	P2	19,33	19,75	18,23	19,96	19,32	16,82		27,30
HARZ - 1	*Trichoderma asperellum*	R3	P3	18,11	18,96	20,01	19,38	19,12	16,62		28,17
HARZ - 4	*Trichoderma asperellum*	R1	P1	19,41	18,45	21,49	18,84	19,55	17,05		26,30
HARZ - 4	*Trichoderma asperellum*	R1	P2	19,73	19,86	18,01	19,42	19,26	16,76		27,57
HARZ - 4	*Trichoderma asperellum*	R1	P3	19,63	19,94	20,61	17,36	19,39	16,89		27,01
HARZ - 4	*Trichoderma asperellum*	R2	P1	18,56	17,87	18,23	18,66	18,33	15,83		31,57
HARZ - 4	*Trichoderma asperellum*	R2	P2	17,86	19,24	19,67	18,83	18,90	16,40		29,10
HARZ - 4	*Trichoderma asperellum*	R2	P3	18,21	18,56	18,95	18,75	18,62	16,12		30,34
HARZ - 4	*Trichoderma asperellum*	R3	P1	18,49	18,21	18,29	18,95	18,49	15,99		30,90
HARZ - 4	*Trichoderma asperellum*	R3	P2	18,67	18,70	18,77	19,29	18,85	16,35		29,31
HARZ - 4	*Trichoderma asperellum*	R3	P3	18,84	19,18	19,24	19,62	19,22	16,72		27,72
HARZ - 15	*Trichoderma asperellum*	R1	P1	24,32	22,51	23,55	23,81	23,55	21,05		9,01
HARZ - 15	*Trichoderma asperellum*	R1	P2	23,45	24,38	23,44	22,05	23,33	20,83		9,95
HARZ - 15	*Trichoderma asperellum*	R1	P3	22,12	22,58	22,35	26,93	23,50	21,00		9,24
HARZ - 15	*Trichoderma asperellum*	R2	P1	20,86	22,29	21,94	22,04	21,78	19,28		16,64
HARZ - 15	*Trichoderma asperellum*	R2	P2	21,14	22,00	22,04	22,85	22,01	19,51		15,67
HARZ - 15	*Trichoderma asperellum*	R2	P3	21,00	22,14	20,25	21,95	21,34	18,84		18,58
HARZ - 15	*Trichoderma asperellum*	R3	P1	21,05	21,35	21,30	21,23	21,23	18,73		19,02

HARZ - 15	*Trichoderma asperellum*	R3	P2	21,60	21,36	21,65	21,80	21,60	19,10		17,42
HARZ - 15	*Trichoderma asperellum*	R3	P3	20,41	20,19	21,47	21,51	20,90	18,40		20,48
HARZ - 16	*Trichoderma* sp.	R1	P1	20,75	21,05	21,04	21,03	20,97	18,47		20,17
HARZ - 16	*Trichoderma* sp.	R1	P2	22,14	21,49	21,51	22,16	21,83	19,33		16,46
HARZ - 16	*Trichoderma* sp.	R1	P3	20,11	21,30	21,80	20,73	20,99	18,49		20,09
HARZ - 16	*Trichoderma* sp.	R2	P1	21,64	20,91	22,24	21,95	21,69	19,19		17,06
HARZ - 16	*Trichoderma* sp.	R2	P2	21,47	22,05	21,49	20,91	21,48	18,98		17,95
HARZ - 16	*Trichoderma* sp.	R2	P3	21,28	20,86	21,78	22,66	21,65	19,15		17,24
HARZ - 16	*Trichoderma* sp.	R3	P1	19,95	20,31	20,83	19,89	20,25	17,75		23,29
HARZ - 16	*Trichoderma* sp.	R3	P2	19,73	20,50	20,85	20,52	20,40	17,90		22,62
HARZ - 16	*Trichoderma* sp.	R3	P3	19,99	20,41	20,81	18,87	20,02	17,52		24,26
HARZ - 54	*Trichoderma* sp.	R1	P1	21,10	21,41	22,24	22,37	21,78	19,28		16,65
HARZ - 54	*Trichoderma* sp.	R1	P2	23,55	22,80	21,13	20,72	22,05	19,55		15,49
HARZ - 54	*Trichoderma* sp.	R1	P3	21,25	21,11	21,76	21,82	21,49	18,99		17,93
HARZ - 54	*Trichoderma* sp.	R2	P1	21,51	21,81	23,08	21,65	22,01	19,51		15,65
HARZ - 54	*Trichoderma* sp.	R2	P2	21,49	21,12	21,85	24,93	22,35	19,85		14,20
HARZ - 54	*Trichoderma* sp.	R2	P3	21,48	23,78	22,46	22,73	22,61	20,11		13,06
HARZ - 54	*Trichoderma* sp.	R3	P1	20,96	21,12	22,81	20,87	21,44	18,94		18,12
HARZ - 54	*Trichoderma* sp.	R3	P2	20,41	20,70	21,55	20,99	20,91	18,41		20,40
HARZ - 54	*Trichoderma* sp.	R3	P3	18,29	22,21	22,17	21,42	21,02	18,52		19,93
HARZ - 60	*Trichoderma asperellum*	R1	P1	22,26	23,09	23,39	20,03	22,19	19,69		14,87
HARZ - 60	*Trichoderma asperellum*	R1	P2	21,99	22,15	21,64	22,20	22,00	19,50		15,72
HARZ - 60	*Trichoderma asperellum*	R1	P3	21,68	21,65	22,51	21,11	21,74	19,24		16,84
HARZ - 60	*Trichoderma asperellum*	R2	P1	23,03	22,06	19,84	23,30	22,06	19,56		15,45
HARZ - 60	*Trichoderma asperellum*	R2	P2	22,36	22,56	21,86	22,22	22,25	19,75		14,62
HARZ - 60	*Trichoderma asperellum*	R2	P3	23,68	22,94	20,96	21,98	22,39	19,89		14,02
HARZ - 60	*Trichoderma asperellum*	R3	P1	21,12	21,97	22,43	20,37	21,47	18,97		17,98
HARZ - 60	*Trichoderma asperellum*	R3	P2	21,92	21,56	23,18	20,35	21,75	19,25		16,77
HARZ - 60	*Trichoderma asperellum*	R3	P3	20,31	22,38	21,69	22,17	21,64	19,14		17,27
HARZ - 72	*Trichoderma atroviride*	R1	P1	24,66	25,30	21,42	23,26	23,66	21,16		8,53

HARZ - 72	*Trichoderma atroviride*	R1	P2	23,63	23,19	23,56	24,54	23,73	21,23		8,22
HARZ - 72	*Trichoderma atroviride*	R1	P3	25,22	22,24	23,71	24,52	23,92	21,42		7,39
HARZ - 72	*Trichoderma atroviride*	R2	P1	21,46	22,45	22,08	21,89	21,97	19,47		15,83
HARZ - 72	*Trichoderma atroviride*	R2	P2	20,57	21,22	22,88	23,38	22,01	19,51		15,65
HARZ - 72	*Trichoderma atroviride*	R2	P3	22,35	22,92	21,68	22,73	22,42	19,92		13,89
HARZ - 72	*Trichoderma atroviride*	R3	P1	22,94	23,13	23,79	23,28	23,29	20,79		10,15
HARZ - 72	*Trichoderma atroviride*	R3	P2	23,35	24,83	22,43	24,28	23,72	21,22		8,26
HARZ - 72	*Trichoderma atroviride*	R3	P3	21,77	23,60	24,45	24,82	23,66	21,16		8,53
HARZ - 2	*Aspergillus ochraceus*	R1	P1	20,56	20,73	20,09	19,97	20,34	17,84		22,89
HARZ - 2	*Aspergillus ochraceus*	R1	P2	19,78	19,65	20,82	19,42	19,92	17,42		24,71
HARZ - 2	*Aspergillus ochraceus*	R1	P3	21,34	20,95	20,35	19,17	20,45	17,95		22,39
HARZ - 2	*Aspergillus ochraceus*	R2	P1	18,43	18,52	18,28	18,84	18,52	16,02		30,76
HARZ - 2	*Aspergillus ochraceus*	R2	P2	17,62	18,37	18,03	18,41	18,10	15,60		32,54
HARZ - 2	*Aspergillus ochraceus*	R2	P3	16,81	18,22	17,77	17,97	17,69	15,19		34,32
HARZ - 2	*Aspergillus ochraceus*	R3	P1	18,62	18,66	19,15	18,81	18,81	16,31		29,49
HARZ - 2	*Aspergillus ochraceus*	R3	P2	19,23	18,64	18,64	18,04	18,64	16,14		30,25
HARZ - 2	*Aspergillus ochraceus*	R3	P3	19,40	19,89	19,59	18,42	19,33	16,83		27,27
HARZ - 25	*Aspergillus niger*	R1	P1	11,83	10,85	9,09	8,53	10,08	7,58		67,25
HARZ - 25	*Aspergillus niger*	R1	P2	8,54	10,61	11,16	7,43	9,44	6,94		70,02
HARZ - 25	*Aspergillus niger*	R1	P3	8,80	9,41	10,87	9,78	9,72	7,22		68,81
HARZ - 25	*Aspergillus niger*	R2	P1	10,98	11,36	11,54	10,59	11,12	8,62		62,75
HARZ - 25	*Aspergillus niger*	R2	P2	10,42	11,16	11,13	10,72	10,86	8,36		63,87
HARZ - 25	*Aspergillus niger*	R2	P3	10,60	9,90	10,24	9,78	10,13	7,63		67,02
HARZ - 25	*Aspergillus niger*	R3	P1	10,93	9,55	8,29	10,39	9,79	7,29		68,49
HARZ - 25	*Aspergillus niger*	R3	P2	11,04	12,30	10,35	10,43	11,03	8,53		63,13
HARZ - 25	*Aspergillus niger*	R3	P3	10,70	9,09	10,01	9,93	9,93	7,43		67,87
HARZ - 28	*Talaromyces* sp.	R1	P1	13,43	14,56	13,22	15,32	14,13	11,63		49,71
HARZ - 28	*Talaromyces* sp.	R1	P2	11,94	11,70	11,89	12,78	12,08	9,58		58,60
HARZ - 28	*Talaromyces* sp.	R1	P3	13,12	13,48	13,07	13,07	13,19	10,69		53,81
HARZ - 28	*Talaromyces* sp.	R2	P1	12,65	12,21	10,69	14,24	12,45	9,95		57,00

HARZ - 28	*Talaromyces* sp.	R2	P2	10,68	11,70	11,87	12,78	11,76	9,26		59,98
HARZ - 28	*Talaromyces* sp.	R2	P3	12,49	11,19	13,10	11,32	12,03	9,53		58,82
HARZ - 28	*Talaromyces* sp.	R3	P1	12,20	14,25	13,34	11,92	12,93	10,43		54,92
HARZ - 28	*Talaromyces* sp.	R3	P2	12,78	13,01	13,38	14,31	13,37	10,87		53,01
HARZ - 28	*Talaromyces* sp.	R3	P3	14,39	13,18	12,50	12,98	13,26	10,76		53,47
HARZ - 61	*Purpureocillium aff. Lilacinun ROG-2010*	R1	P1	13,01	14,95	15,92	14,10	14,50	12,00		48,15
HARZ - 61	*Purpureocillium aff. Lilacinun ROG-2010*	R1	P2	14,41	14,90	14,66	14,32	14,57	12,07		47,81
HARZ - 61	*Purpureocillium aff. Lilacinun ROG-2010*	R1	P3	15,80	14,85	14,27	15,53	15,11	12,61		45,48
HARZ - 61	*Purpureocillium aff. Lilacinun ROG-2010*	R2	P1	14,33	14,69	13,22	14,11	14,09	11,59		49,91
HARZ - 61	*Purpureocillium aff. Lilacinun ROG-2010*	R2	P2	12,32	14,85	13,59	12,47	13,31	10,81		53,28
HARZ - 61	*Purpureocillium aff. Lilacinun ROG-2010*	R2	P3	10,30	15,01	13,12	10,95	12,35	9,85		57,44
HARZ - 61	*Purpureocillium aff. Lilacinun ROG-2010*	R3	P1	13,11	13,99	12,44	13,89	13,36	10,86		53,06
HARZ - 61	*Purpureocillium aff. Lilacinun ROG-2010*	R3	P2	11,10	13,05	12,03	12,60	12,20	9,70		58,09
HARZ - 61	*Purpureocillium aff. Lilacinun ROG-2010*	R3	P3	12,10	13,52	12,24	11,31	12,29	9,79		57,67
HARZ - 30	*Penicillium raperi*	R1	P1	19,53	19,51	19,32	19,77	19,53	17,03		26,37
HARZ - 30	*Penicillium raperi*	R1	P2	19,34	19,24	18,80	20,12	19,38	16,88		27,05
HARZ - 30	*Penicillium raperi*	R1	P3	18,56	19,32	18,64	18,17	18,67	16,17		30,09
HARZ - 30	*Penicillium raperi*	R2	P1	18,04	19,74	18,44	19,96	19,05	16,55		28,48
HARZ - 30	*Penicillium raperi*	R2	P2	19,47	19,12	19,57	20,45	19,65	17,15		25,85
HARZ - 30	*Penicillium raperi*	R2	P3	19,95	20,00	19,58	20,59	20,03	17,53		24,22
HARZ - 30	*Penicillium raperi*	R3	P1	22,48	22,17	22,20	23,60	22,61	20,11		13,06
HARZ - 30	*Penicillium raperi*	R3	P2	22,48	24,37	22,86	21,97	22,92	20,42		11,73
HARZ - 30	*Penicillium raperi*	R3	P3	21,82	22,90	24,08	23,52	23,08	20,58		11,03
HARZ - 76	*Penicillium raperi*	R1	P1	23,88	21,80	20,61	21,60	21,97	19,47		15,82
HARZ - 76	*Penicillium raperi*	R1	P2	22,27	21,55	22,89	22,92	22,41	19,91		13,94

HARZ - 76	*Penicillium raperi*	R1	P3	23,60	23,52	22,00	21,06	22,55	20,05		13,35
HARZ - 76	*Penicillium raperi*	R2	P1	20,38	22,30	21,47	20,83	21,25	18,75		18,97
HARZ - 76	*Penicillium raperi*	R2	P2	22,30	21,55	21,84	21,58	21,82	19,32		16,49
HARZ - 76	*Penicillium raperi*	R2	P3	21,03	21,43	20,83	21,23	21,13	18,63		19,46
HARZ - 76	*Penicillium raperi*	R3	P1	22,52	23,48	23,85	23,45	23,33	20,83		9,98
HARZ - 76	*Penicillium raperi*	R3	P2	23,42	23,49	23,77	24,48	23,79	21,29		7,96
HARZ - 76	*Penicillium raperi*	R3	P3	23,80	22,98	23,54	24,84	23,79	21,29		7,96
HARZ - 79	*Purpureocillium lavendulum*	R1	P1	22,97	22,10	21,12	22,37	22,14	19,64		15,10
HARZ - 79	*Purpureocillium lavendulum*	R1	P2	22,79	21,99	22,26	23,03	22,52	20,02		13,47
HARZ - 79	*Purpureocillium lavendulum*	R1	P3	22,91	22,78	21,33	23,36	22,60	20,10		13,13
HARZ - 79	*Purpureocillium lavendulum*	R2	P1	20,28	19,33	19,23	19,65	19,62	17,12		25,98
HARZ - 79	*Purpureocillium lavendulum*	R2	P2	19,69	20,49	18,81	18,65	19,41	16,91		26,90
HARZ - 79	*Purpureocillium lavendulum*	R2	P3	20,56	20,26	18,79	20,22	19,96	17,46		24,53
HARZ - 79	*Purpureocillium lavendulum*	R3	P1	23,63	23,86	22,32	21,77	22,90	20,40		11,83
HARZ - 79	*Purpureocillium lavendulum*	R3	P2	23,69	22,86	23,52	22,31	23,10	20,60		10,97
HARZ - 79	*Purpureocillium lavendulum*	R3	P3	23,21	23,59	23,13	22,73	23,17	20,67		10,67
HARZ - 7	*Microascus croci*	R1	P1	15,35	16,38	15,65	15,18	15,64	13,14		43,20
HARZ - 7	*Microascus croci*	R1	P2	16,94	15,80	16,94	16,20	16,47	13,97		39,61
HARZ - 7	*Microascus croci*	R1	P3	14,62	15,93	15,32	14,99	15,22	12,72		45,03
HARZ - 7	*Microascus croci*	R2	P1	15,77	17,73	17,71	17,09	17,08	14,58		36,99
HARZ - 7	*Microascus croci*	R2	P2	16,53	16,13	16,52	16,39	16,39	13,89		39,94
HARZ - 7	*Microascus croci*	R2	P3	17,40	17,32	17,04	17,84	17,40	14,90		35,59
HARZ - 7	*Microascus croci*	R3	P1	15,90	14,81	16,82	18,06	16,40	13,90		39,92
HARZ - 7	*Microascus croci*	R3	P2	16,32	16,58	14,33	16,24	15,87	13,37		42,21
HARZ - 7	*Microascus croci*	R3	P3	17,07	17,52	13,05	18,52	16,54	14,04		39,31
HARZ - 53	*Humicola* sp.	R1	P1	24,15	25,08	25,29	23,91	24,61	22,11		4,43
HARZ - 53	*Humicola* sp.	R1	P2	23,90	25,43	25,26	24,03	24,66	22,16		4,23
HARZ - 53	*Humicola* sp.	R1	P3	23,90	24,54	26,30	24,64	24,85	22,35		3,40
HARZ - 53	*Humicola* sp.	R2	P1	25,51	23,80	24,71	26,52	25,14	22,64		2,15
HARZ - 53	*Humicola* sp.	R2	P2	25,57	23,45	22,97	26,15	24,54	22,04		4,74

HARZ - 53	*Humicola* sp.	R2	P3	26,54	23,63	25,28	23,87	24,83	22,33		3,47
HARZ - 53	*Humicola* sp.	R3	P1	22,11	22,15	21,14	21,28	21,67	19,17		17,13
HARZ - 53	*Humicola* sp.	R3	P2	21,52	21,39	21,34	22,41	21,67	19,17		17,15
HARZ - 53	*Humicola* sp.	R3	P3	20,93	22,39	22,00	20,87	21,55	19,05		17,66
HARZ - 50	*Metarhizium anisopliae*	R1	P1	25,93	24,11	24,95	24,77	24,94	22,44		2,99
HARZ - 50	*Metarhizium anisopliae*	R1	P2	25,03	24,72	25,05	24,92	24,93	22,43		3,04
HARZ - 50	*Metarhizium anisopliae*	R1	P3	24,76	24,82	24,84	24,37	24,70	22,20		4,04
HARZ - 50	*Metarhizium anisopliae*	R2	P1	25,35	24,05	23,99	22,61	24,00	21,50		7,06
HARZ - 50	*Metarhizium anisopliae*	R2	P2	22,60	23,90	24,93	23,43	23,72	21,22		8,29
HARZ - 50	*Metarhizium anisopliae*	R2	P3	24,68	23,47	23,16	24,04	23,84	21,34		7,76
HARZ - 50	*Metarhizium anisopliae*	R3	P1	24,16	24,21	25,10	24,13	24,40	21,90		5,33
HARZ - 50	*Metarhizium anisopliae*	R3	P2	25,24	24,92	23,62	24,13	24,48	21,98		4,99
HARZ - 50	*Metarhizium anisopliae*	R3	P3	24,64	25,03	24,35	24,93	24,74	22,24		3,87
TESTIGO	*Botrytis cinerea*	R1	P1	25,85	24,82	26,00	26,71	25,85	23,35	23,13	0,00
TESTIGO	*Botrytis cinerea*	R1	P2	25,27	27,56	25,62	23,54	25,50	23,00		0,00
TESTIGO	*Botrytis cinerea*	R1	P3	26,52	26,37	25,88	24,88	25,91	23,41		0,00
TESTIGO	*Botrytis cinerea*	R2	P1	25,82	27,43	24,68	23,70	25,41	22,91		0,00
TESTIGO	*Botrytis cinerea*	R2	P2	23,42	23,59	26,25	27,77	25,26	22,76		0,00
TESTIGO	*Botrytis cinerea*	R2	P3	24,62	25,51	25,47	25,74	25,34	22,84		0,00
TESTIGO	*Botrytis cinerea*	R3	P1	25,54	26,39	26,54	24,87	25,84	23,34		0,00
TESTIGO	*Botrytis cinerea*	R3	P2	24,03	25,75	26,93	26,48	25,80	23,30		0,00
TESTIGO	*Botrytis cinerea*	R3	P3	25,01	25,10	26,88	26,23	25,81	23,31		0,00
HARZ - 37	*Acremonium sclerotigenum*	R1	P1	23,53	22,89	21,42	22,38	22,56	20,06		13,26
HARZ - 37	*Acremonium sclerotigenum*	R1	P2	23,71	22,32	23,02	23,28	23,08	20,58		10,97
HARZ - 37	*Acremonium sclerotigenum*	R1	P3	23,88	23,46	21,05	23,40	22,95	20,45		11,56
HARZ - 37	*Acremonium sclerotigenum*	R2	P1	23,40	22,42	21,60	21,88	22,33	19,83		14,25
HARZ - 37	*Acremonium sclerotigenum*	R2	P2	23,79	22,66	22,40	23,56	23,10	20,60		10,89
HARZ - 37	*Acremonium sclerotigenum*	R2	P3	24,17	22,89	23,20	21,99	23,06	20,56		11,06
HARZ - 37	*Acremonium sclerotigenum*	R3	P1	21,90	22,36	23,06	23,24	22,64	20,14		12,89
HARZ - 37	*Acremonium sclerotigenum*	R3	P2	22,77	22,68	22,71	21,99	22,54	20,04		13,33

HARZ - 37	*Acremonium sclerotigenum*	R3	P3	23,01	24,16	23,25	22,07	23,12	20,62		10,80
HARZ - 81	*Fusarium* sp.	R1	P1	12,61	13,40	12,78	12,95	12,94	10,44		54,87
HARZ - 81	*Fusarium* sp.	R1	P2	12,35	11,20	13,18	12,19	12,23	9,73		57,91
HARZ - 81	*Fusarium* sp.	R1	P3	12,08	11,52	11,29	11,23	11,53	9,03		60,94
HARZ - 81	*Fusarium* sp.	R2	P1	11,91	12,43	11,54	10,47	11,59	9,09		60,69
HARZ - 81	*Fusarium* sp.	R2	P2	12,56	11,87	12,00	10,93	11,84	9,34		59,60
HARZ - 81	*Fusarium* sp.	R2	P3	14,05	12,73	10,66	10,70	12,04	9,54		58,76
HARZ - 81	*Fusarium* sp.	R3	P1	8,66	8,76	7,39	10,60	8,85	6,35		72,52
HARZ - 81	*Fusarium* sp.	R3	P2	8,40	10,40	10,03	9,36	9,55	7,05		69,52
HARZ - 81	*Fusarium* sp.	R3	P3	8,55	9,25	7,71	7,81	8,33	5,83		74,78
HARZ - 39	*Stachybotrys* sp.	R1	P1	23,87	24,19	25,66	23,94	24,42	21,92		5,21
HARZ - 39	*Stachybotrys* sp.	R1	P2	25,85	23,03	24,46	22,97	24,08	21,58		6,67
HARZ - 39	*Stachybotrys* sp.	R1	P3	26,23	24,07	23,92	23,21	24,36	21,86		5,46
HARZ - 39	*Stachybotrys* sp.	R2	P1	23,89	24,92	24,42	23,51	24,19	21,69		6,21
HARZ - 39	*Stachybotrys* sp.	R2	P2	24,86	23,34	24,64	25,82	24,67	22,17		4,13
HARZ - 39	*Stachybotrys* sp.	R2	P3	23,02	23,92	24,86	24,92	24,18	21,68		6,23
HARZ - 39	*Stachybotrys* sp.	R3	P1	25,18	23,69	25,71	25,04	24,91	22,41		3,09
HARZ - 39	*Stachybotrys* sp.	R3	P2	22,45	24,07	26,15	25,31	24,50	22,00		4,86
HARZ - 39	*Stachybotrys* sp.	R3	P3	23,25	23,42	25,38	24,76	24,20	21,70		6,13
HARZ - 6	*Penicillium archerae*	R1	P1	24,44	23,55	24,19	24,59	24,19	21,69		6,17
HARZ - 6	*Penicillium archerae*	R1	P2	23,92	24,56	24,07	24,18	24,18	21,68		6,22
HARZ - 6	*Penicillium archerae*	R1	P3	24,64	24,42	23,52	23,34	23,98	21,48		7,09
HARZ - 6	*Penicillium archerae*	R2	P1	23,14	23,83	22,71	23,17	23,21	20,71		10,41
HARZ - 6	*Penicillium archerae*	R2	P2	22,80	23,38	24,32	23,50	23,50	21,00		9,17
HARZ - 6	*Penicillium archerae*	R2	P3	22,45	22,93	25,93	23,94	23,81	21,31		7,82
HARZ - 6	*Penicillium archerae*	R3	P1	24,52	24,12	24,77	23,71	24,28	21,78		5,79
HARZ - 6	*Penicillium archerae*	R3	P2	26,27	23,97	23,17	22,46	23,97	21,47		7,15
HARZ - 6	*Penicillium archerae*	R3	P3	22,77	25,06	25,64	25,07	24,64	22,14		4,26
HARZ - 78	*Aspergillus keveii*	R1	P1	23,75	23,15	23,23	22,78	23,23	20,73		10,35
HARZ - 78	*Aspergillus keveii*	R1	P2	23,49	24,72	23,07	23,78	23,77	21,27		8,02

HARZ - 78	*Aspergillus keveii*	R1	P3	23,15	24,81	24,88	22,25	23,77	21,27		7,99
HARZ - 78	*Aspergillus keveii*	R2	P1	24,20	25,30	22,40	22,90	23,70	21,20		8,30
HARZ - 78	*Aspergillus keveii*	R2	P2	26,00	24,25	21,42	22,86	23,63	21,13		8,60
HARZ - 78	*Aspergillus keveii*	R2	P3	24,09	24,15	23,83	23,07	23,79	21,29		7,94
HARZ - 78	*Aspergillus keveii*	R3	P1	23,17	23,47	22,51	24,25	23,35	20,85		9,82
HARZ - 78	*Aspergillus keveii*	R3	P2	23,91	22,82	22,75	22,84	23,08	20,58		10,99
HARZ - 78	*Aspergillus keveii*	R3	P3	24,70	22,15	21,12	24,60	23,14	20,64		10,71
HARZ - 58	*Thielaviopsis* sp.	R1	P1	20,63	19,10	21,23	20,26	20,31	17,81		22,99
HARZ - 58	*Thielaviopsis* sp.	R1	P2	20,55	21,68	22,36	20,06	21,16	18,66		19,28
HARZ - 58	*Thielaviopsis* sp.	R1	P3	20,83	22,41	21,65	20,11	21,25	18,75		18,90
HARZ - 58	*Thielaviopsis* sp.	R2	P1	21,97	20,39	20,33	20,79	20,87	18,37		20,54
HARZ - 58	*Thielaviopsis* sp.	R2	P2	20,06	20,20	21,06	20,25	20,39	17,89		22,61
HARZ - 58	*Thielaviopsis* sp.	R2	P3	19,74	19,42	20,41	20,06	19,91	17,41		24,71
HARZ - 58	*Thielaviopsis* sp.	R3	P1	20,41	19,67	20,48	20,12	20,17	17,67		23,57
HARZ - 58	*Thielaviopsis* sp.	R3	P2	20,59	20,28	19,96	20,33	20,29	17,79		23,05
HARZ - 58	*Thielaviopsis* sp.	R3	P3	20,67	21,11	19,88	20,89	20,64	18,14		21,55
HARZ - 33	*Aspergillus pseudodeflectus*	R1	P1	25,98	24,99	22,99	24,80	24,69	22,19		4,02
HARZ - 33	*Aspergillus pseudodeflectus*	R1	P2	25,04	24,70	23,96	24,52	24,55	22,05		4,63
HARZ - 33	*Aspergillus pseudodeflectus*	R1	P3	24,09	24,41	24,92	24,23	24,41	21,91		5,23
HARZ - 33	*Aspergillus pseudodeflectus*	R2	P1	24,68	23,41	25,50	24,82	24,60	22,10		4,40
HARZ - 33	*Aspergillus pseudodeflectus*	R2	P2	24,91	23,32	24,96	25,44	24,66	22,16		4,16
HARZ - 33	*Aspergillus pseudodeflectus*	R2	P3	24,27	24,75	24,03	25,33	24,60	22,10		4,43
HARZ - 33	*Aspergillus pseudodeflectus*	R3	P1	25,61	25,02	24,74	24,25	24,91	22,41		3,09
HARZ - 33	*Aspergillus pseudodeflectus*	R3	P2	25,80	25,08	24,03	25,27	25,05	22,55		2,49
HARZ - 33	*Aspergillus pseudodeflectus*	R3	P3	25,19	26,81	25,24	23,19	25,11	22,61		2,22
HARZ - 40	*Aspergillus calidoustus*	R1	P1	24,59	23,41	23,93	25,98	24,48	21,98		4,94
HARZ - 40	*Aspergillus calidoustus*	R1	P2	23,80	25,37	24,50	24,56	24,56	22,06		4,59
HARZ - 40	*Aspergillus calidoustus*	R1	P3	24,77	24,60	24,71	24,35	24,61	22,11		4,38
HARZ - 40	*Aspergillus calidoustus*	R2	P1	23,78	25,81	25,45	23,30	24,59	22,09		4,48
HARZ - 40	*Aspergillus calidoustus*	R2	P2	24,17	24,20	24,45	25,74	24,64	22,14		4,24

HARZ - 40	*Aspergillus calidoustus*	R2	P3	23,01	24,84	25,92	24,41	24,55	22,05		4,65
HARZ - 40	*Aspergillus calidoustus*	R3	P1	26,81	22,38	24,74	25,57	24,88	22,38		3,22
HARZ - 40	*Aspergillus calidoustus*	R3	P2	24,17	23,31	24,44	26,90	24,71	22,21		3,96
HARZ - 40	*Aspergillus calidoustus*	R3	P3	25,38	24,04	24,36	25,71	24,87	22,37		3,23
HARZ - 80	*Gliomastix* sp.	R1	P1	23,65	24,73	24,25	24,64	24,32	21,82		5,63
HARZ - 80	*Gliomastix* sp.	R1	P2	24,43	23,76	24,69	24,39	24,32	21,82		5,63
HARZ - 80	*Gliomastix* sp.	R1	P3	23,50	24,05	25,02	23,62	24,05	21,55		6,80
HARZ - 80	*Gliomastix* sp.	R2	P1	23,30	25,01	26,09	24,00	24,60	22,10		4,41
HARZ - 80	*Gliomastix* sp.	R2	P2	23,88	24,97	24,14	25,50	24,62	22,12		4,31
HARZ - 80	*Gliomastix* sp.	R2	P3	21,68	24,17	26,93	25,22	24,50	22,00		4,84
HARZ - 80	*Gliomastix* sp.	R3	P1	23,33	26,23	25,27	23,03	24,47	21,97		4,99
HARZ - 80	*Gliomastix* sp.	R3	P2	23,91	22,62	24,70	26,25	24,37	21,87		5,41
HARZ - 80	*Gliomastix* sp.	R3	P3	23,62	24,43	24,99	24,64	24,42	21,92		5,20
HARZ - 75	*Penicillium* sp.	R1	P1	24,52	24,92	23,05	22,70	23,80	21,30		7,88
HARZ - 75	*Penicillium* sp.	R1	P2	25,24	23,37	21,72	23,25	23,40	20,90		9,62
HARZ - 75	*Penicillium* sp.	R1	P3	25,59	22,26	22,73	25,28	23,97	21,47		7,16
HARZ - 75	*Penicillium* sp.	R2	P1	22,19	21,44	23,04	22,28	22,24	19,74		14,63
HARZ - 75	*Penicillium* sp.	R2	P2	22,21	23,10	23,01	21,09	22,35	19,85		14,13
HARZ - 75	*Penicillium* sp.	R2	P3	22,26	23,71	22,92	22,80	22,92	20,42		11,67
HARZ - 75	*Penicillium* sp.	R3	P1	19,60	19,54	19,21	18,10	19,11	16,61		28,15
HARZ - 75	*Penicillium* sp.	R3	P2	19,27	20,76	19,91	19,55	19,87	17,37		24,86
HARZ - 75	*Penicillium* sp.	R3	P3	19,35	19,77	18,63	19,12	19,22	16,72		27,69
HARZ - 45	*Aspergillus foetidus*	R1	P1	24,20	23,95	25,36	24,02	24,38	21,88		5,35
HARZ - 45	*Aspergillus foetidus*	R1	P2	23,88	23,12	25,66	25,47	24,53	22,03		4,70
HARZ - 45	*Aspergillus foetidus*	R1	P3	26,35	24,06	23,22	24,05	24,42	21,92		5,19
HARZ - 45	*Aspergillus foetidus*	R2	P1	24,24	24,40	25,06	25,83	24,88	22,38		3,19
HARZ - 45	*Aspergillus foetidus*	R2	P2	25,50	24,39	24,55	25,08	24,88	22,38		3,20
HARZ - 45	*Aspergillus foetidus*	R2	P3	25,58	24,30	24,17	26,10	25,04	22,54		2,52
HARZ - 45	*Aspergillus foetidus*	R3	P1	22,74	23,73	23,74	22,46	23,17	20,67		10,61
HARZ - 45	*Aspergillus foetidus*	R3	P2	22,93	22,89	23,63	23,81	23,32	20,82		9,97

HARZ - 45	*Aspergillus foetidus*	R3	P3	20,98	22,22	24,89	23,31	22,85	20,35		11,98
HARZ - 42	*Masoniella tertia*	R1	P1	19,50	23,18	23,91	19,14	21,43	18,93		18,11
HARZ - 42	*Masoniella tertia*	R1	P2	20,14	22,46	22,29	20,42	21,33	18,83		18,57
HARZ - 42	*Masoniella tertia*	R1	P3	21,23	20,15	21,48	21,18	21,01	18,51		19,94
HARZ - 42	*Masoniella tertia*	R2	P1	21,55	21,69	22,16	19,50	21,23	18,73		19,01
HARZ - 42	*Masoniella tertia*	R2	P2	20,19	20,83	22,31	21,74	21,27	18,77		18,82
HARZ - 42	*Masoniella tertia*	R2	P3	22,20	19,53	20,89	23,64	21,57	19,07		17,54
HARZ - 42	*Masoniella tertia*	R3	P1	19,78	19,17	20,45	19,39	19,70	17,20		25,62
HARZ - 42	*Masoniella tertia*	R3	P2	20,53	21,73	20,14	20,53	20,73	18,23		21,14
HARZ - 42	*Masoniella tertia*	R3	P3	20,38	19,02	19,31	21,76	20,12	17,62		23,80
HARZ - 23	*Paecilomyces* sp.	R1	P1	23,56	23,46	24,75	24,86	24,16	21,66		6,32
HARZ - 23	*Paecilomyces* sp.	R1	P2	23,89	26,55	24,76	22,95	24,54	22,04		4,68
HARZ - 23	*Paecilomyces* sp.	R1	P3	25,00	26,86	23,27	22,41	24,39	21,89		5,34
HARZ - 23	*Paecilomyces* sp.	R2	P1	24,54	25,13	22,49	21,25	23,35	20,85		9,81
HARZ - 23	*Paecilomyces* sp.	R2	P2	25,76	22,71	22,51	24,38	23,84	21,34		7,70
HARZ - 23	*Paecilomyces* sp.	R2	P3	24,08	23,70	23,15	22,54	23,37	20,87		9,74
HARZ - 23	*Paecilomyces* sp.	R3	P1	22,74	23,26	22,74	22,42	22,79	20,29		12,24
HARZ - 23	*Paecilomyces* sp.	R3	P2	20,48	23,18	25,04	23,48	23,05	20,55		11,14
HARZ - 23	*Paecilomyces* sp.	R3	P3	24,40	23,24	21,60	23,38	23,16	20,66		10,66
HARZ - 59	*Chaetomium* sp.	R1	P1	17,35	18,11	17,45	17,33	17,56	15,06		34,86
HARZ - 59	*Chaetomium* sp.	R1	P2	16,79	17,78	16,95	16,90	17,11	14,61		36,83
HARZ - 59	*Chaetomium* sp.	R1	P3	17,10	18,09	18,10	17,59	17,72	15,22		34,17
HARZ - 59	*Chaetomium* sp.	R2	P1	23,75	23,40	19,78	21,69	22,16	19,66		14,99
HARZ - 59	*Chaetomium* sp.	R2	P2	20,32	21,80	21,16	22,60	21,47	18,97		17,95
HARZ - 59	*Chaetomium* sp.	R2	P3	21,75	23,73	24,14	20,84	22,62	20,12		13,00
HARZ - 59	*Chaetomium* sp.	R3	P1	22,24	22,33	22,33	22,45	22,34	19,84		14,20
HARZ - 59	*Chaetomium* sp.	R3	P2	23,00	22,90	22,81	22,22	22,73	20,23		12,49
HARZ - 59	*Chaetomium* sp.	R3	P3	22,76	22,81	22,98	22,87	22,86	20,36		11,96
HARZ - 10	*Wardomyces* sp.	R1	P1	22,14	22,50	22,06	23,14	22,46	19,96		13,67
HARZ - 10	*Wardomyces* sp.	R1	P2	22,50	23,44	21,32	21,52	22,20	19,70		14,81

HARZ - 10	*Wardomyces* sp.	R1	P3	22,86	23,14	22,99	21,95	22,74	20,24		12,48
HARZ - 10	*Wardomyces* sp.	R2	P1	23,03	24,96	25,60	23,91	24,38	21,88		5,38
HARZ - 10	*Wardomyces* sp.	R2	P2	24,51	24,73	24,27	23,95	24,37	21,87		5,43
HARZ - 10	*Wardomyces* sp.	R2	P3	23,92	22,57	24,05	25,21	23,94	21,44		7,28
HARZ - 10	*Wardomyces* sp.	R3	P1	24,34	22,36	22,53	22,80	23,01	20,51		11,30
HARZ - 10	*Wardomyces* sp.	R3	P2	24,97	23,08	22,63	22,88	23,39	20,89		9,64
HARZ - 10	*Wardomyces* sp.	R3	P3	24,10	24,05	22,03	22,80	23,25	20,75		10,27
HARZ - 17	*Talaromyces sayulitensis*	R1	P1	21,10	22,35	23,83	22,55	22,46	19,96		13,68
HARZ - 17	*Talaromyces sayulitensis*	R1	P2	23,32	22,73	21,85	23,70	22,90	20,40		11,76
HARZ - 17	*Talaromyces sayulitensis*	R1	P3	21,44	22,61	23,17	21,96	22,30	19,80		14,38
HARZ - 17	*Talaromyces sayulitensis*	R2	P1	20,11	23,89	24,78	20,37	22,29	19,79		14,41
HARZ - 17	*Talaromyces sayulitensis*	R2	P2	23,61	22,09	23,01	21,36	22,52	20,02		13,42
HARZ - 17	*Talaromyces sayulitensis*	R2	P3	22,79	22,76	22,81	23,23	22,90	20,40		11,77
HARZ - 17	*Talaromyces sayulitensis*	R3	P1	21,25	21,25	20,36	22,46	21,33	18,83		18,55
HARZ - 17	*Talaromyces sayulitensis*	R3	P2	20,56	21,85	22,01	20,66	21,27	18,77		18,81
HARZ - 17	*Talaromyces sayulitensis*	R3	P3	21,37	22,11	23,11	20,30	21,72	19,22		16,86
TESTIGO	*Botrytis cinerea*	R1	P1	28,13	24,89	23,34	26,82	25,80	23,30	23,12	0,00
TESTIGO	*Botrytis cinerea*	R1	P2	26,39	25,47	25,14	25,43	25,61	23,11		0,00
TESTIGO	*Botrytis cinerea*	R1	P3	26,31	26,15	25,78	25,65	25,97	23,47		0,00
TESTIGO	*Botrytis cinerea*	R2	P1	27,68	24,30	25,00	28,21	26,30	23,80		0,00
TESTIGO	*Botrytis cinerea*	R2	P2	27,86	26,58	24,28	25,27	26,00	23,50		0,00
TESTIGO	*Botrytis cinerea*	R2	P3	24,12	27,25	27,05	24,00	25,61	23,11		0,00
TESTIGO	*Botrytis cinerea*	R3	P1	24,55	25,03	27,26	26,97	25,95	23,45		0,00
TESTIGO	*Botrytis cinerea*	R3	P2	22,28	24,07	24,85	25,87	24,27	21,77		0,00
TESTIGO	*Botrytis cinerea*	R3	P3	24,24	25,47	26,62	24,00	25,08	22,58		0,00

Anexo 5. Datos del porcentaje de inhibición del crecimiento micelial de *B. cinerea* por cepas de hongos rizosféricos nativos de mandarina mediante el método de enfrentamiento dual

TRAT	CEPA	GÉNERO DE HONGOS RIZOSFÉRICOS	REP	% INHBICIÓN
T1	HARZ - 1	*Trichoderma asperellum*	R1	69,34
T1	HARZ - 1	*Trichoderma asperellum*	R2	69,54
T1	HARZ - 1	*Trichoderma asperellum*	R3	69,14
T2	HARZ - 4	*Trichoderma asperellum*	R1	70,86
T2	HARZ - 4	*Trichoderma asperellum*	R2	70,20
T2	HARZ - 4	*Trichoderma asperellum*	R3	70,53
T3	HARZ - 15	*Trichoderma asperellum*	R1	73,31
T3	HARZ - 15	*Trichoderma asperellum*	R2	74,17
T3	HARZ - 15	*Trichoderma asperellum*	R3	72,45
T4	HARZ - 16	*Trichoderma* sp.	R1	71,52
T4	HARZ - 16	*Trichoderma* sp.	R2	70,99
T4	HARZ - 16	*Trichoderma* sp.	R3	70,46
T5	HARZ - 54	*Trichoderma* sp.	R1	73,97
T5	HARZ - 54	*Trichoderma* sp.	R2	74,17
T5	HARZ - 54	*Trichoderma* sp.	R3	73,77
T6	HARZ - 60	*Trichoderma asperellum*	R1	66,23
T6	HARZ - 60	*Trichoderma asperellum*	R2	66,89
T6	HARZ - 60	*Trichoderma asperellum*	R3	66,56
T7	HARZ - 72	*Trichoderma atroviride*	R1	72,85
T7	HARZ - 72	*Trichoderma atroviride*	R2	72,32
T7	HARZ - 72	*Trichoderma atroviride*	R3	71,79
T8	HARZ - 2	*Aspergillus ochraceus*	R1	41,72
T8	HARZ - 2	*Aspergillus ochraceus*	R2	41,39
T8	HARZ - 2	*Aspergillus ochraceus*	R3	41,06
T9	HARZ - 25	*Aspergillus niger*	R1	25,83
T9	HARZ - 25	*Aspergillus niger*	R2	29,80
T9	HARZ - 25	*Aspergillus niger*	R3	33,77
T10	HARZ - 28	*Talaromyces* sp.	R1	43,38
T10	HARZ - 28	*Talaromyces* sp.	R2	43,71
T10	HARZ - 28	*Talaromyces* sp.	R3	43,05
T11	HARZ - 61	*Purpureocillium aff. Lilacinun ROG-2010*	R1	56,95
T11	HARZ - 61	*Purpureocillium aff. Lilacinun ROG-2010*	R2	56,42
T11	HARZ - 61	*Purpureocillium aff. Lilacinun ROG-2010*	R3	55,89
T12	HARZ - 30	*Penicillium raperi*	R1	46,16
T12	HARZ - 30	*Penicillium raperi*	R2	48,34
T12	HARZ - 30	*Penicillium raperi*	R3	43,97
T13	HARZ - 76	*Penicillium raperi*	R1	44,37
T13	HARZ - 76	*Penicillium raperi*	R2	46,23
T13	HARZ - 76	*Penicillium raperi*	R3	48,08
T14	HARZ - 79	*Purpureocillium lavendulum*	R1	46,36
T14	HARZ - 79	*Purpureocillium lavendulum*	R2	50,60

T14	HARZ - 79	*Purpureocillium lavendulum*	R3	48,48
T15	HARZ - 7	*Microascus croci*	R1	31,79
T15	HARZ - 7	*Microascus croci*	R2	31,46
T15	HARZ - 7	*Microascus croci*	R3	31,13
T16	HARZ - 53	*Humicola* sp.	R1	24,17
T16	HARZ - 53	*Humicola* sp.	R2	24,50
T16	HARZ - 53	*Humicola* sp.	R3	23,84
T17	HARZ - 50	*Metarhizium anisopliae*	R1	30,46
T17	HARZ - 50	*Metarhizium anisopliae*	R2	29,27
T17	HARZ - 50	*Metarhizium anisopliae*	R3	28,08
T18	HARZ - 37	*Acremonium sclerotigenum*	R1	43,43
T18	HARZ - 37	*Acremonium sclerotigenum*	R2	41,89
T18	HARZ - 37	*Acremonium sclerotigenum*	R3	40,34
T19	HARZ - 81	*Fusarium* sp.	R1	67,14
T19	HARZ - 81	*Fusarium* sp.	R2	68,35
T19	HARZ - 81	*Fusarium* sp.	R3	65,93
T20	HARZ - 39	*Stachybotrys* sp.	R1	60,94
T20	HARZ - 39	*Stachybotrys* sp.	R2	59,39
T20	HARZ - 39	*Stachybotrys* sp.	R3	57,85
T21	HARZ - 6	*Penicillium archerae*	R1	45,45
T21	HARZ - 6	*Penicillium archerae*	R2	43,91
T21	HARZ - 6	*Penicillium archerae*	R3	42,36
T22	HARZ - 78	*Aspergillus keveii*	R1	40,07
T22	HARZ - 78	*Aspergillus keveii*	R2	42,56
T22	HARZ - 78	*Aspergillus keveii*	R3	45,05
T23	HARZ - 58	*Thielaviopsis* sp.	R1	46,26
T23	HARZ - 58	*Thielaviopsis* sp.	R2	45,45
T23	HARZ - 58	*Thielaviopsis* sp.	R3	47,07
T24	HARZ - 33	*Aspergillus pseudodeflectus*	R1	50,84
T24	HARZ - 33	*Aspergillus pseudodeflectus*	R2	51,52
T24	HARZ - 33	*Aspergillus pseudodeflectus*	R3	51,18
T25	HARZ - 40	*Aspergillus calidoustus*	R1	50,51
T25	HARZ - 40	*Aspergillus calidoustus*	R2	51,52
T25	HARZ - 40	*Aspergillus calidoustus*	R3	49,49
T26	HARZ - 80	*Gliomastix* sp.	R1	41,41
T26	HARZ - 80	*Gliomastix* sp.	R2	40,74
T26	HARZ - 80	*Gliomastix* sp.	R3	41,08
T27	HARZ - 75	*Penicillium* sp.	R1	57,71
T27	HARZ - 75	*Penicillium* sp.	R2	54,88
T27	HARZ - 75	*Penicillium* sp.	R3	60,54
T28	HARZ - 45	*Aspergillus foetidus*	R1	42,76
T28	HARZ - 45	*Aspergillus foetidus*	R2	42,09
T28	HARZ - 45	*Aspergillus foetidus*	R3	41,41
T29	HARZ - 42	*Masoniella tertia*	R1	40,88
T29	HARZ - 42	*Masoniella tertia*	R2	41,41
T29	HARZ - 42	*Masoniella tertia*	R3	40,34

T30	HARZ - 23	*Paecilomyces* sp.	R1	58,25
T30	HARZ - 23	*Paecilomyces* sp.	R2	56,90
T30	HARZ - 23	*Paecilomyces* sp.	R3	57,58
T31	HARZ - 59	*Chaetomium* sp.	R1	48,82
T31	HARZ - 59	*Chaetomium* sp.	R2	48,62
T31	HARZ - 59	*Chaetomium* sp.	R3	48,42
T32	HARZ - 10	*Wardomyces* sp.	R1	38,86
T32	HARZ - 10	*Wardomyces* sp.	R2	39,39
T32	HARZ - 10	*Wardomyces* sp.	R3	38,32
T33	HARZ - 17	*Talaromyces sayulitensis*	R1	53,54
T33	HARZ - 17	*Talaromyces sayulitensis*	R2	51,52
T33	HARZ - 17	*Talaromyces sayulitensis*	R3	49,49

Anexo 6. Datos de la variable porcentaje de colonización

TRAT	CEPA	GÉNERO DE HONGOS RIZOSFÉRICOS	REP	% COLONIZACIÓN
T1	HARZ - 1	*Trichoderma asperellum*	R1	100%
T1	HARZ - 1	*Trichoderma asperellum*	R2	100%
T1	HARZ - 1	*Trichoderma asperellum*	R3	100%
T2	HARZ - 4	*Trichoderma asperellum*	R1	100%
T2	HARZ - 4	*Trichoderma asperellum*	R2	100%
T2	HARZ - 4	*Trichoderma asperellum*	R3	100%
T3	HARZ - 15	*Trichoderma asperellum*	R1	100%
T3	HARZ - 15	*Trichoderma asperellum*	R2	100%
T3	HARZ - 15	*Trichoderma asperellum*	R3	100%
T4	HARZ - 16	*Trichoderma* sp.	R1	100%
T4	HARZ - 16	*Trichoderma* sp.	R2	100%
T4	HARZ - 16	*Trichoderma* sp.	R3	100%
T5	HARZ - 54	*Trichoderma* sp.	R1	100%
T5	HARZ - 54	*Trichoderma* sp.	R2	100%
T5	HARZ - 54	*Trichoderma* sp.	R3	100%
T6	HARZ - 60	*Trichoderma asperellum*	R1	100%
T6	HARZ - 60	*Trichoderma asperellum*	R2	100%
T6	HARZ - 60	*Trichoderma asperellum*	R3	100%
T7	HARZ - 72	*Trichoderma atroviride*	R1	100%
T7	HARZ - 72	*Trichoderma atroviride*	R2	100%
T7	HARZ - 72	*Trichoderma atroviride*	R3	100%
T8	HARZ - 2	*Aspergillus ochraceus*	R1	0%
T8	HARZ - 2	*Aspergillus ochraceus*	R2	0%
T8	HARZ - 2	*Aspergillus ochraceus*	R3	0%
T9	HARZ - 25	*Aspergillus niger*	R1	0%
T9	HARZ - 25	*Aspergillus niger*	R2	0%
T9	HARZ - 25	*Aspergillus niger*	R3	0%
T10	HARZ - 28	*Talaromyces* sp.	R1	0%
T10	HARZ - 28	*Talaromyces* sp.	R2	0%
T10	HARZ - 28	*Talaromyces* sp.	R3	0%
T11	HARZ - 61	*Purpureocillium aff. Lilacinun ROG-2010*	R1	0%
T11	HARZ - 61	*Purpureocillium aff. Lilacinun ROG-2010*	R2	0%
T11	HARZ - 61	*Purpureocillium aff. Lilacinun ROG-2010*	R3	0%
T12	HARZ - 30	*Penicillium raperi*	R1	0%
T12	HARZ - 30	*Penicillium raperi*	R2	0%
T12	HARZ - 30	*Penicillium raperi*	R3	0%
T13	HARZ - 76	*Penicillium raperi*	R1	0%
T13	HARZ - 76	*Penicillium raperi*	R2	0%
T13	HARZ - 76	*Penicillium raperi*	R3	0%
T14	HARZ - 79	*Purpureocillium lavendulum*	R1	0%
T14	HARZ - 79	*Purpureocillium lavendulum*	R2	0%
T14	HARZ - 79	*Purpureocillium lavendulum*	R3	0%
T15	HARZ - 7	*Microascus croci*	R1	0%

T15	HARZ - 7	*Microascus croci*	R2	0%
T15	HARZ - 7	*Microascus croci*	R3	0%
T16	HARZ - 53	*Humicola* sp.	R1	0%
T16	HARZ - 53	*Humicola* sp.	R2	0%
T16	HARZ - 53	*Humicola* sp.	R3	0%
T17	HARZ - 50	*Metarhizium anisopliae*	R1	0%
T17	HARZ - 50	*Metarhizium anisopliae*	R2	0%
T17	HARZ - 50	*Metarhizium anisopliae*	R3	0%
T18	HARZ - 37	*Acremonium sclerotigenum*	R1	0%
T18	HARZ - 37	*Acremonium sclerotigenum*	R2	0%
T18	HARZ - 37	*Acremonium sclerotigenum*	R3	0%
T19	HARZ - 81	*Fusarium* sp.	R1	100%
T19	HARZ - 81	*Fusarium* sp.	R2	100%
T19	HARZ - 81	*Fusarium* sp.	R3	100%
T20	HARZ - 39	*Stachybotrys* sp.	R1	0%
T20	HARZ - 39	*Stachybotrys* sp.	R2	0%
T20	HARZ - 39	*Stachybotrys* sp.	R3	0%
T21	HARZ - 6	*Penicillium archerae*	R1	0%
T21	HARZ - 6	*Penicillium archerae*	R2	0%
T21	HARZ - 6	*Penicillium archerae*	R3	0%
T22	HARZ - 78	*Aspergillus keveii*	R1	0%
T22	HARZ - 78	*Aspergillus keveii*	R2	0%
T22	HARZ - 78	*Aspergillus keveii*	R3	0%
T23	HARZ - 58	*Thielaviopsis* sp.	R1	0%
T23	HARZ - 58	*Thielaviopsis* sp.	R2	0%
T23	HARZ - 58	*Thielaviopsis* sp.	R3	0%
T24	HARZ - 33	*Aspergillus pseudodeflectus*	R1	0%
T24	HARZ - 33	*Aspergillus pseudodeflectus*	R2	0%
T24	HARZ - 33	*Aspergillus pseudodeflectus*	R3	0%
T25	HARZ - 40	*Aspergillus calidoustus*	R1	0%
T25	HARZ - 40	*Aspergillus calidoustus*	R2	0%
T25	HARZ - 40	*Aspergillus calidoustus*	R3	0%
T26	HARZ - 80	*Gliomastix* sp.	R1	0%
T26	HARZ - 80	*Gliomastix* sp.	R2	0%
T26	HARZ - 80	*Gliomastix* sp.	R3	0%
T27	HARZ - 75	*Penicillium* sp.	R1	0%
T27	HARZ - 75	*Penicillium* sp.	R2	0%
T27	HARZ - 75	*Penicillium* sp.	R3	0%
T28	HARZ - 45	*Aspergillus foetidus*	R1	0%
T28	HARZ - 45	*Aspergillus foetidus*	R2	0%
T28	HARZ - 45	*Aspergillus foetidus*	R3	0%
T29	HARZ - 42	*Masoniella tertia*	R1	0%
T29	HARZ - 42	*Masoniella tertia*	R2	0%
T29	HARZ - 42	*Masoniella tertia*	R3	0%
T30	HARZ - 23	*Paecilomyces* sp.	R1	0%
T30	HARZ - 23	*Paecilomyces* sp.	R2	0%
T30	HARZ - 23	*Paecilomyces* sp.	R3	0%

T31	HARZ - 59	*Chaetomium* sp.	R1	0%
T31	HARZ - 59	*Chaetomium* sp.	R2	0%
T31	HARZ - 59	*Chaetomium* sp.	R3	0%
T32	HARZ - 10	*Wardomyces* sp.	R1	0%
T32	HARZ - 10	*Wardomyces* sp.	R2	0%
T32	HARZ - 10	*Wardomyces* sp.	R3	0%
T33	HARZ - 17	*Talaromyces sayulitensis*	R1	0%
T33	HARZ - 17	*Talaromyces sayulitensis*	R2	0%
T33	HARZ - 17	*Talaromyces sayulitensis*	R3	0%

Anexo 7. Colecta de muestras de flores de mandarina con signos de *B. cinerea* en el fundo "Oreba Hermanos", llevadas al Laboratorio de Sanidad Vegetal - UNDC





Anexo 8. Aislamiento de *Botrytis cinerea* de muestras enfermas de flores de mandarina





Anexo 9. Colecta de muestras de suelo asociado a la rizósfera de la planta de mandarina



Anexo 10. Aislamiento de hongos de la rizósfera asociados a la planta de mandarina



Anexo 11. Preparación de medio de cultivo PDA para los diferentes bioensayos del proyecto de investigación




Anexo 12. Plaqueo del medio de cultivo PDA en placa Petri estériles




Anexo 13. Esterilización de los materiales que fueron empleados en los diferentes ensayos



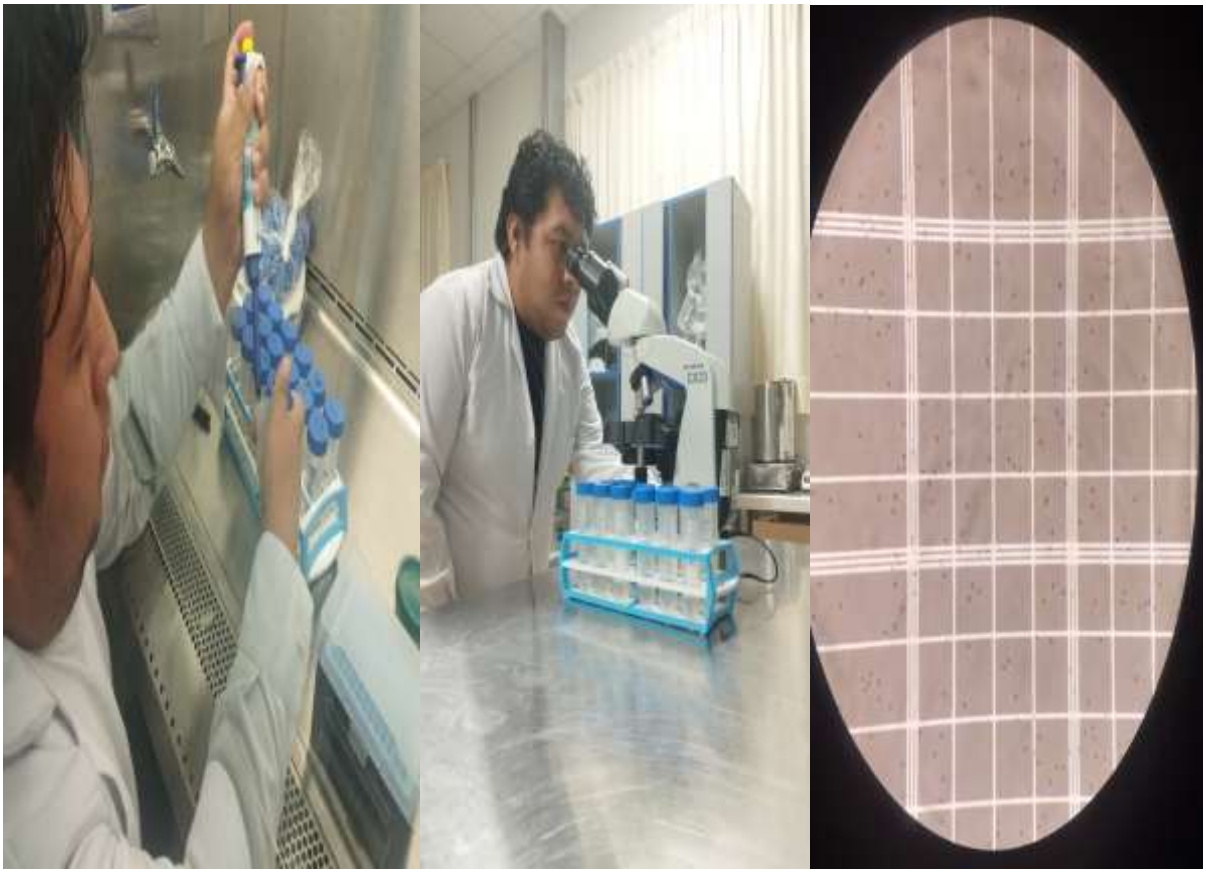


Anexo 14. Preparación de medio líquido en matraces con caldo de papa y sacarosa





Anexo 15. Diluciones seriadas y conteo de esporas de las cepas de hongos rizosféricos asociados a la planta de mandarina



Anexo 16. Inoculación de 1ml de suspensión de esporas en matraces con caldo de papa y sacarosa



Anexo 17. Extracción y filtración de metabolitos de hongos rizosféricos asociados a la planta de mandarina



Anexo 18. Plaqueo de la mezcla de caldo de metabolitos con PDA agar 2x



Anexo 19. Evaluación de los ensayos realizados



Anexo 20. Prueba de similitud

TESIS Hongos rizosféricos asociados a Citrus reticulata con capacidad antagónica hacia el patógeno del moho gris de la mandarina (Botrytis cinerea)-BRANDY TARULA.pdf

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%	15%	4%	4%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.undc.edu.pe Fuente de Internet	5%
2	portal.undc.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	Submitted to Universidad Nacional de Cañete Trabajo del estudiante	1%
4	huajsapata.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1%
5	www.ucla.edu.ve Fuente de Internet	<1%
6	dspace.espoch.edu.ec Fuente de Internet	<1%
7	worldwidescience.org Fuente de Internet	<1%
8	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%
9	www.inifap.gob.mx Fuente de Internet	<1%
10	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1%
11	www.revista.ccba.uady.mx Fuente de Internet	<1%
12	1f3597e6-b501-47d3-b722-1011e4b092b0.filesusr.com Fuente de Internet	<1%
13	repositorio.unal.edu.co Fuente de Internet	<1%
14	www.scielo.sa.cr Fuente de Internet	<1%