UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA

"Compatibilidad de cepas de *Trichoderma* con agroquímicos convencionales empleados en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch) en Cañete"

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR:

Carlos Antonio Rojas Manrique

ASESORA:

Dra. Betsabé León Ttacca

ORCID: 0000-0002-4343-2431

San Vicente de Cañete, 2026, Perú

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA

"Compatibilidad de cepas de *Trichoderma* con agroquímicos convencionales empleados en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa Duch*) en Cañete"

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:

Carlos Antonio Rojas Manrique

APROBADA POR:

Firmado digitalmente por ALVAREZ BERNAOLA Luis Armando FAU 20491363402 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 07.05.2026 16:48:29 -05:00

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: 07/05/2026 15:47:29-0500

Ph.D. Roberto Coaquira Incacari

Secretario

FIRMA DIGITAL

Firmado digitalmente por: TAIPE CANCHO MARIO HUMBERTO FIR 31188466 hard
Motivo: En señal de conformidad
Fecha: 07/05/2026 16:20:47-0500

Dr. Mario Humberto Taipe Cancho

Vocal

FIRMA DIGITAL

Firmado digitalmente por: LEON TTACCA Betsabe FAU 20491363402 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 07/05/2026 14:20:56-0500

Dra. Betsabé León Ttacca

Asesor

Código Nº 003-2026

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:
"Compatibilidad de cepas de *Trichoderma* con agroquímicos convencionales empleados en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch) en Cañete"

Autor (es):

Carlos Antonio Rojas Manrique

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

El proceso de verificación de similitud determinó un porcentaje de 18%, 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
82%	18%

Cañete, 20 de marzo del 2026

FIRMA DIGITAL
Firmado digitalmente por: LEON TTACCA BETSABE FIR 41288646 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 20/03/2026 16:32:48-0500

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 10:00 horas, del día 29 de diciembre del 2025, se reunió el Jurado Evaluador y el asesor designados por DECRETO N.° 006-2024-UI/FCA/UNDC.

Presidente : Dr. Luis Armando Álvarez Bernaola
Secretario : Dr. Roberto Coaquira Incacari
Vocal : Dr. Mario Humberto Taipe Cancho
Asesora : Dra. Betsabé León Ttacca

Para el acto de sustentación de la tesis titulada: "Compatibilidad de cepas de *Trichoderma* con agroquímicos convencionales empleados en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch) en Cañete", presentado por el Bachiller Carlos Antonio Rojas Manrique, 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 exposición			16			16
Dominio del tema		15				15
Visión holística del trabajo		15				15
Promedio						15

Establece como calificación FINAL: ...15... (.....Quince.....)

- Aprobado, con nota Regular (X), Bueno (...), 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..11:45 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**	Dr. Mario Humberto Taipe Cancho **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

A Dios, por darme la fortaleza, la paciencia y la perseverancia para culminar esta etapa académica.

A mis padres, por su amor incondicional, su apoyo constante y sus consejos que han sido mi guía a lo largo de este camino. Gracias por creer en mí y por impulsarme siempre a alcanzar mis metas.

A mi asesora, quien con su conocimiento y orientación me ha ayudado a crecer profesionalmente y ha desarrollar esta investigación con compromiso y rigor académico.

A mis amigos y compañeros, por su compañía, motivación y palabras de aliento en los momentos más difíciles.

A todos aquellos que, de una u otra forma, han sido parte de este proceso y han contribuido a mi formación.

Agradecimiento

Al culminar esta etapa tan importante en mi vida, quiero expresar mis más sinceros agradecimientos a todas aquellas personas e instituciones que, de una u otra manera, han sido parte de este proceso y han contribuido a la realización de esta investigación.

En primer lugar, agradezco a Dios, por darme la fortaleza, la paciencia y la determinación para afrontar los desafíos de esta investigación y de mi formación profesional.

A mis padres, Carlos Alberto Rojas Quispe y Delia Paloma Manrique Palomino, por su amor incondicional, su apoyo constante y por inculcarme los valores de la responsabilidad, el esfuerzo y la perseverancia. Gracias por ser mi inspiración y mi motor para seguir adelante.

A mi hermano, Pedro Alberto Rojas Manrique, por su compañía, comprensión y aliento en los momentos difíciles. Su apoyo ha sido fundamental en este camino.

A mi asesora Dra. Betsabé León Ttacca, por su invaluable orientación, paciencia y dedicación en la revisión y mejora de este trabajo. Su experiencia y consejos han sido clave para llevar a cabo esta investigación con rigor académico.

A los Biólogos Jossimar Vicente Berrocal y Yajayra Elías Agapito, por el gran apoyo brindado, mediante sus conocimientos y experiencias han dejado una huella imborrable en mi desarrollo académico.

Finalmente, agradezco a todas aquellas personas que, de manera directa o indirecta, han contribuido a la culminación de esta tesis. Cada palabra de aliento, cada gesto de apoyo y cada enseñanza han sido esenciales en este recorrido. A todos ustedes, mi más profundo reconocimiento y gratitud.

ÍNDICE GENERAL

Dedicatoria 6

Agradecimiento 7

Índice de tablas 13

Índice de figuras 15

Resumen 16

Abstract 17

Introducción 18

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 19

1.1 Descripción de la realidad problemática 19

1.2 Formulación del problema 20

1.2.1 Problema General 20

1.2.2 Problemas Específicos 20

1.3.1 Objetivo General 20

1.3.2 Objetivos Específicos 20

1.4 Justificación 20

1.5 Delimitación 21

1.5.1. Delimitación teórica 21

1.5.2. Delimitación temporal 21

1.5.3. Delimitación espacial 22

II. MARCO TEÓRICO Y EMPÍRICO 23

2.1 Bases teóricas 23

2.1.1 Importancia del cultivo de fresa en el Perú 23

2.1.2 Principales plagas y enfermedades asociadas al cultivo de fresa 23

2.1.3 Métodos de control de enfermedades 24

2.1.4 Control químico 24

2.1.5 Insecticidas 24
2.1.6 Acaricidas 26
2.1.7 Fungicidas 26
2.1.8 Herbicidas 29
2.1.9 Fertilizantes inorgánicos 29
2.1.10 Control biológico 29
2.1.11 Generalidades de *Trichoderma* 30
2.1.12 Mecanismos de acción de *Trichoderma* 31
2.2 Antecedentes 35
2.2.1 Antecedentes nacionales 35
2.2.2 Antecedentes internacionales 36
2.3 Definición de términos básicos 39
2.3.1 Agroquímicos 39
2.3.2 Pesticidas 39
2.3.3 Insecticidas 39
2.3.4 Acaricidas 39
2.3.5 Fungicidas 39
2.3.6 Herbicidas 39
2.3.7 Patógeno 39
2.3.8 *Trichoderma* 39
2.3.9 In vitro 40
2.3.10 Cepas nativas 40
2.3.11 Hongo 40
2.3.12 Antagonista 40
2.3.13 Medio de cultivo 40

III. HIPOTESIS Y VARIABLES 41

3.1 Hipótesis 41
3.1.1 Hipótesis General 41
3.1.2 Hipótesis Especificas 41
3.2 Definición de variables 41
3.2.1 Variable Independiente 41
3.2.2 Variable Dependiente 41
3.3 Operacionalización de las variables 42
IV. DISEÑO METODOLÓGICO 44
4.1 Tipo de investigación 44
4.2 Diseño de investigación 44
4.2.2 Número total de tratamientos 45
4.2.3 Unidad experimental 45
4.2.4 Condiciones experimentales 45
4.2.5 Modelos estadísticos 46
4.3 Método de investigación 47
4.4 Población y muestra 47
4.4.1 Población 47
4.4.2 Muestra 47
4.5 Lugar de estudio 47
4.5.1. Coordenadas 47
4.5.2. Ubicación Política del Experimento 47
4.6 Procedimiento de la Investigación 48
4.6.1 Cepas de *Trichoderma* 48
4.6.2 Reactivación de aislados de *Trichoderma* 48
4.6.3 Agroquímicos y dosis evaluadas 50
4.6.4 Preparación de medio de cultivo más agroquímico 51

4.6.5 Prueba de compatibilidad de los aislados de *Trichoderma* con agroquímicos convencionales empleados en el cultivo de fresa 54

4.6.6 Parámetros de evaluación 55

4.7 Técnica e instrumentos para la recolección de datos..... 55

4.7.1 Técnica estadística 55

4.7.2 Descripción del área experimental..... 56

4.7.3 Descripción de los tratamientos..... 56

4.7.4 Técnica e instrumento de recolección de datos 57

4.8 Análisis y procesamiento de datos..... 57

4.8.1 Verificación de supuestos..... 58

4.8.2 Modelos estadísticos..... 58

4.8.3 Comparaciones múltiples 58

IV. RESULTADOS..... 60

5.1 Efecto de pesticidas sintéticos empleados en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) sobre el crecimiento micelial de cepas de *Trichoderma* en condiciones in vitro.60

5 1.1 Tasa de crecimiento de *Trichoderma* frente a diferentes insecticidas in vitro 60

5.1.2 Porcentaje de crecimiento de *Trichoderma* frente a diferentes insecticidas in vitro 61

5.1.3 Porcentaje de inhibición de *Trichoderma* frente a diferentes insecticidas..... 63

5.1.4 Compatibilidad de cepas de *Trichoderma* frente a diferentes insecticidas in vitro 64

5.1.5 Tasa de crecimiento de *Trichoderma* frente a diferentes acaricidas in vitro... 67

5.1.6 Porcentaje de crecimiento de *Trichoderma* frente a diferentes acaricidas in vitro 68

5.1.7 Porcentaje de inhibición del crecimiento micelial de *Trichoderma* frente a diferentes acaricidas in vitro 69

5.1.8 Compatibilidad de *Trichoderma* frente a diferentes acaricidas in vitro 70

5.1.9 Tasa de crecimiento de *Trichoderma* frente a diferentes fungicidas in vitro .. 73

5.1.10 Porcentaje de crecimiento de *Trichoderma* frente a diferentes fungicidas in vitro 75

5.1.11 Porcentaje de inhibición micelial de *Trichoderma* frente a diferentes fungicidas in vitro 78

5.1.12 Compatibilidad de *Trichoderma* frente a diferentes fungicidas in vitro 80

5.1.13 Tasa de crecimiento de *Trichoderma* frente al herbicida in vitro..... 84

5.1.14 Porcentaje de crecimiento de *Trichoderma* frente al herbicida in vitro 85

5.1.15 Porcentaje de inhibición de *Trichoderma* frente al herbicida in vitro..... 86

4.1.16. Compatibilidad de *Trichoderma* frente al herbicida in vitro..... 87

5.2 Efecto de fertilizantes inorgánicos empleados en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) sobre el crecimiento micelial de cepas de *Trichoderma* en condiciones in vitro. 90

5.2.1 Tasa de crecimiento de *Trichoderma* frente a fertilizantes in vitro..... 90

5.2.2 Porcentaje de crecimiento de *Trichoderma* frente a fertilizantes in vitro 92

5.2.3 Porcentaje de inhibición de *Trichoderma* frente a fertilizantes in vitro 94

5.2.4. Compatibilidad de *Trichoderma* frente a fertilizantes in vitro..... 97

VI. DISCUSION DE RESULTADOS 101

VII. CONCLUSIONES 103

VIII. RECOMENDACIONES 104

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 105

X. ANEXOS..... 115

Índice de tablas

Tabla 1. *Clasificación taxonómica de Trichoderma* *31*
Tabla 2. *Matriz de Operacionalización de las Variables* *42*
Tabla 3. *Descripción de aislados de Trichoderma* *48*
Tabla 4. *Características de los agroquímicos empleados en el cultivo de fresa* *50*
Tabla 5. *Resultados de la prueba de normalidad (Shapiro-Wilk) y homogeneidad de varianza (Levene) para las variables evaluadas según grupo de agroquímicos* *59*
Tabla 6. *Comparación de medias de la tasa de crecimiento (mm/día) de Trichoderma en presencia de insecticidas* *60*
Tabla 7. *Comparación de medias del porcentaje de crecimiento (%) de Trichoderma en presencia de insecticidas* *62*
Tabla 8. *Comparación de medias del porcentaje de inhibición (%) de Trichoderma en presencia de insecticidas* *63*
Tabla 9. *Clasificación de compatibilidad de cepas de Trichoderma frente a diferentes insecticidas* *65*
Tabla 10. *Comparación de medias para la tasa de crecimiento (mm/día) de Trichoderma expuestas a acaricidas* *67*
Tabla 11. *Comparación de medias para el porcentaje de crecimiento (%) de Trichoderma expuestas a acaricidas* *68*
Tabla 12. *Comparación de medias para el porcentaje de inhibición (%) de Trichoderma expuestas a acaricidas* *69*
Tabla 13. *Clasificación de compatibilidad de cepas de Trichoderma frente a diferentes acaricidas* *70*
Tabla 14. *Comparación de medias para la tasa de crecimiento (mm/día) de Trichoderma frente a diferentes fungicidas* *73*
Tabla 15. *Comparación de medias para el porcentaje de crecimiento (%) de Trichoderma en presencia de fungicidas* *76*
Tabla 16. *Comparación de medias para el porcentaje de inhibición (%) de Trichoderma en presencia de fungicidas* *78*

Tabla 17. *Clasificación de compatibilidad de cepas de Trichoderma frente a diferentes fungicidas* *80*
Tabla 18. *Análisis de varianza de la variable tasa de crecimiento de Trichoderma en presencia al herbicida*..... *84*
Tabla 19. *Prueba de comparación de medias de la variable tasa de crecimiento de Trichoderma en presencia al herbicida.*..... *84*
Tabla 20. *Análisis de varianza de la variable porcentaje de crecimiento de Trichoderma en presencia al herbicida*..... *85*
Tabla 21. *Comparación de medias de la variable porcentaje de crecimiento de Trichoderma en presencia al herbicida.*..... *86*
Tabla 22. *Análisis de varianza de la variable porcentaje de inhibición de Trichoderma en presencia al herbicida*..... *86*
Tabla 23. *Comparación de medias de la variable porcentaje de inhibición de Trichoderma en presencia al herbicida.*..... *87*
Tabla 24. *Clasificación de la compatibilidad de las cepas de Trichoderma con el herbicida glifosato*..... *88*
Tabla 25*Comparación de medias para la tasa de crecimiento (mm/día) de Trichoderma en presencia de fertilizantes* *90*
Tabla 26. *Comparación de medias para el porcentaje de crecimiento (%) de Trichoderma en presencia de fertilizantes*..... *92*
Tabla 27. *Comparación de medias para el porcentaje de inhibición (%) de Trichoderma en presencia de fertilizantes* *95*
Tabla 28. *Clasificación de la compatibilidad de cepas de Trichoderma con fertilizantes sintéticos*..... *97*

Índice de figuras

Figura 1. *Partes microscópicas de Trichoderma* *31*
Figura 2. *Competencia efectuada por Trichoderma frente al patógeno.* *32*
Figura 3. *Micoparasitismo de Trichoderma* *34*
Figura 4. *Inhibición inducida por la liberación de antibióticos de Trichoderma frente al patógeno* *35*
Figura 5. *Cepas del género Trichoderma* *49*
Figura 6. *Preparación del medio de cultivo empleado en la investigación* *52*
Figura 7. *Preparación de medio de cultivo + agroquímico, dispuesto en placas empleados en la investigación* *53*
Figura 8. *Siembra de cepas de Trichoderma sobre medio de cultivo PDA + agroquímico* *54*
Figura 9. *Compatibilidad de Trichoderma en presencia de insecticidas in vitro* *66*
Figura 10. *Compatibilidad de Trichoderma expuestas a acaricidas in vitro.* *72*
Figura 11. *Crecimiento de Trichoderma en presencia de fungicidas in vitro.* *83*
Figura 12. *Efecto del herbicida Glifosato sobre el crecimiento de Trichoderma in vitro.* *89*
Figura 13. *Desarrollo micelial de Trichoderma en medios PDA con fertilizantes in vitro.* *100*

Resumen

El género *Trichoderma* ha sido ampliamente estudiado por su eficacia como agente de control biológico, debido a su capacidad para combatir a diversos patógenos fitosanitarios y promover el crecimiento vegetal. No obstante, su uso conjunto con agroquímicos convencionales puede comprometer su efectividad, especialmente si existe incompatibilidad entre el hongo benéfico y el producto químico aplicado. En este contexto, el presente estudio evaluó la compatibilidad de seis cepas de *Trichoderma* con agroquímicos convencionales utilizados en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch) en el valle de Cañete. Se analizaron insecticidas, acaricidas, fungicidas, herbicida y fertilizantes sintéticos bajo un diseño DCA (diseño completamente al azar) con arreglo factorial. Las variables medidas fueron: tasa de crecimiento micelial, porcentaje de crecimiento, porcentaje de inhibición micelial y compatibilidad. Se aplicaron pruebas de Kruskal-Wallis y comparaciones de medias ($\alpha = 0.05$).

Los resultados mostraron una variabilidad significativa en la compatibilidad según la cepa y el tipo de agroquímico. Insecticidas como Imidacloprid, Fipronil y Emamectin Benzoato fueron altamente compatibles, mientras que Abamectina presentó baja compatibilidad con *T. harzianum* cepa TH-C. En fungicidas, Fludioxonil, Cyprodinil y Azoxystrobin + Difenoconazole inhibieron totalmente el crecimiento de todas las cepas. El herbicida Glifosato también mostró incompatibilidad total. En contraste, la mayoría de fertilizantes evaluados fueron compatibles, salvo el fertilizante a base de calcio, que mostró efectos variables según la cepa.

Se concluye que la compatibilidad de *Trichoderma* con agroquímicos depende del ingrediente activo y la cepa específica, lo cual afecta su desarrollo y eficacia como agente de biocontrol. Por tanto, es esencial realizar pruebas previas antes de su uso conjunto en programas de manejo integrado en fresa.

Palabras clave: Hongo antagonista., compatibilidad, inhibición micelial, *Fragaria x ananassa*, fertilizantes, plaguicidas.

Abstract

The genus *Trichoderma* has been widely studied for its effectiveness as a biological control agent, due to its ability to combat various plant pathogens and promote plant growth. However, its combined use with conventional agrochemicals may compromise its effectiveness, especially if there is incompatibility between the beneficial fungus and the applied chemical product. In this context, the present study evaluated the compatibility of six *Trichoderma* strains with conventional agrochemicals used in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch) cultivation in the Cañete Valley. Insecticides, acaricides, fungicides, herbicide, and synthetic fertilizers were analyzed under a completely randomized design (CRD) with a factorial arrangement. The variables measured were: mycelial growth rate, growth percentage, mycelial inhibition percentage, and compatibility. Kruskal-Wallis tests and mean comparisons ($\alpha = 0.05$) were applied.

The results showed significant variability in compatibility depending on the strain and type of agrochemical. Insecticides such as Imidacloprid, Fipronil, and Emamectin Benzoate were highly compatible, while Abamectin showed low compatibility with *T. harzianum* strain TH-C. Among fungicides, Fludioxonil, Cyprodinil, and Azoxystrobin + Difenoconazole completely inhibited the growth of all strains. The herbicide Glyphosate also showed total incompatibility. In contrast, most fertilizers tested were compatible, except for the calcium-based fertilizer, which showed variable effects depending on the strain.

It is concluded that the compatibility of *Trichoderma* with agrochemicals depends on the active ingredient and the specific strain, which affects its development and efficacy as a biocontrol agent. Therefore, it is essential to conduct prior tests before their combined use in integrated strawberry management programs.

Keywords**:** Antagonistic fungus, compatibility, mycelial inhibition, *Fragaria x ananassa*, fertilizers, pesticides.

Introducción

La agricultura moderna enfrenta el desafío de incrementar la productividad de los cultivos sin comprometer la sostenibilidad de los sistemas agrícolas ni la calidad ambiental. En este contexto, el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) destaca como una de las especies hortícolas de mayor importancia económica y nutricional a nivel mundial, debido a su alta demanda en los mercados y a sus propiedades beneficiosas para la salud, asociadas a su contenido de compuestos antioxidantes, vitaminas y fibra dietaria. En el Perú, este cultivo ha adquirido un papel relevante, especialmente en zonas como el valle de Cañete, donde constituye una fuente importante de ingresos para los productores.

El manejo agronómico de la fresa requiere la implementación de diversas estrategias para asegurar su productividad y calidad, especialmente frente a la presencia de plagas y enfermedades que afectan su desarrollo. Tradicionalmente, estas problemáticas han sido abordadas mediante el uso de agroquímicos, los cuales forman parte importante de los sistemas de producción agrícola. Sin embargo, en la actualidad existe una creciente tendencia hacia la adopción de prácticas más sostenibles que permitan reducir los impactos ambientales y mejorar la eficiencia del manejo agrícola.

En este sentido, el control biológico ha cobrado importancia como una alternativa viable dentro de los sistemas de manejo integrado de plagas y enfermedades. Entre los agentes de biocontrol más destacados se encuentran los hongos del género *Trichoderma*, reconocidos por su capacidad antagonista frente a diversos fitopatógenos, así como por su habilidad para promover el crecimiento vegetal, inducir resistencia sistémica y mejorar la disponibilidad de nutrientes en el suelo. Estas características los posicionan como una herramienta clave para una agricultura más eficiente y amigable con el medio ambiente.

No obstante, la integración de estrategias químicas y biológicas en los sistemas productivos aún representa un desafío, lo que evidencia la necesidad de generar conocimiento que permita su adecuada implementación en condiciones reales de cultivo.

En este contexto, la presente investigación tiene como propósito evaluar la compatibilidad de cepas de *Trichoderma* con agroquímicos convencionales empleados en el cultivo de fresa en Cañete, con el fin de generar información que contribuya a optimizar su uso conjunto y fortalecer prácticas agrícolas sostenibles.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

La fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) es un cultivo de gran importancia económica, social y nutricional en muchas regiones del mundo. Su cultivo destaca por su alto valor comercial y por ofrecer al consumidor un producto con propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y cardioprotectores, debido a su abundancia en compuestos fenólicos, vitamina C, antocianinas y fibra dietaría (Giampieri et al., 2017). En el Perú, la fresa representa un cultivo estratégico, donde su producción intensiva enfrenta retos relacionados con plagas, enfermedades y el deterioro de la salud del suelo.

Ante estos desafíos, los agricultores recurren frecuentemente al uso de agroquímicos como insecticidas, acaricidas, fungicidas, herbicidas y fertilizantes sintéticos. Si bien estos productos permiten un control eficaz y rápido de organismos fitopatógenos y plagas, su uso continuo puede acarrear efectos negativos en la biodiversidad microbiana del suelo, afectando la actividad de microorganismos benéficos esenciales para el desarrollo vegetal (Jacobsen & Hjelmsø, 2014). Diversas investigaciones han demostrado que los agroquímicos pueden alterar la estructura de las comunidades microbianas, inhibir el crecimiento de hongos benéficos y comprometer la función ecológica de la rizosfera (Maharana et al., 2025).

En este contexto, los hongos del género *Trichoderma* han ganado protagonismo como aliados clave en la agricultura sostenible. Se trata de microorganismos filamentosos de rápido crecimiento que habitan comúnmente en suelos agrícolas, conocidos por su capacidad para actuar como agentes de control biológico, promover el crecimiento vegetal, inducir resistencia sistémica y mejorar la disponibilidad de nutrientes en el suelo (Argumedo et al., 2009). La aplicación de *Trichoderma* ha demostrado mejorar el rendimiento de diversos cultivos, incluida la fresa, gracias a su acción antagonista frente a hongos patógenos como *Botrytis cinerea*, *Fusarium spp.* y *Rhizoctonia solani* (Pastrana et al., 2016)

No obstante, su efectividad puede verse comprometida si se aplica en conjunto con agroquímicos incompatibles. Estudios recientes han revelado que ciertos productos químicos inhiben el crecimiento micelial, la esporulación y la viabilidad de *Trichoderma*, reduciendo su potencial como agente de biocontrol (Aamir et al., 2023). Esta situación representa un obstáculo

para el manejo integrado de plagas y enfermedades, ya que limita la sinergia entre prácticas convencionales y tecnologías biológicas.

Por ello, el presente estudio busco evaluar la compatibilidad de diferentes cepas de *Trichoderma* con los agroquímicos convencionales empleados en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch) en Cañete.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema General

¿Qué compatibilidad tendrán las cepas de *Trichoderma* con los agroquímicos convencionales empleados en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch) en Cañete?

1.2.2 Problemas Específicos

P. E1: ¿Cuál será el impacto en el crecimiento micelial de las cepas de *Trichoderma* cuando se exponen a pesticidas sintéticos empleados en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch)?

P. E2: ¿Cuál será el impacto en el crecimiento micelial de las cepas de *Trichoderma* cuando se exponen a fertilizantes sintéticos empleados en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch)?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

Determinar la compatibilidad de cepas de *Trichoderma* con los agroquímicos convencionales empleados en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch) en Cañete.

1.3.2 Objetivos Específicos

O. E1: Evaluar el crecimiento micelial de cepas de *Trichoderma* al ser expuestas a los pesticidas sintéticos empleados en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch).

O. E2: Evaluar el crecimiento micelial de cepas de *Trichoderma* al ser expuestas a los fertilizantes sintéticos empleados en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch).

1.4 Justificación

Las enfermedades provocadas por patógenos son generalmente controladas empleando pesticidas y/o agroquímicos, sin embargo, en la actualidad existe toda una controversia al mal empleo de estos productos de síntesis química, ello debido a los efectos indeseables que provocan, tales como, la resistencia que genera hacia los mismos patógenos, lo que conlleva a un uso continuo de dichos productos a mayor escala (Mohammad & Landeros, 2007). Como ocurrió en el año 2019 donde se dio el primer registro de resistencia de *Botrytis cinérea* a Carbendazim y procimidona en el cultivo de fresa, arándano y tomate en Argentina (Sautua et al., 2019). El uso de productos

químicos ha generado un rechazo por parte de los consumidores, ello debido a las consecuencias que genera, como la reducción de microorganismos en el suelo, contaminación hídrica y de suelos, así como, riesgos para la salud humana, lo que ha conllevado a la demanda de empleo de productos agrícolas más limpios y ecoamigables (Rodríguez, 2020). Por ello se propone el empleo del control biológico como una alternativa, mediante el uso de hongos antagonistas, en donde destacan diversas especies del género *Trichoderma*. Este hongo ha demostrado ser altamente efectivo frente a diversas enfermedades fúngicas, debido a sus diferentes beneficios como su baja toxicidad, su inducción de crecimiento y resistencia, la competencia por nutrientes y espacio, y su directa interacción, puesto que es conocido por ser micoparásito (Hernández et al., 2007). El impacto de los productos químicos en el control epidemiológico de la enfermedad, se ve reflejado en la reducción de la tasa epidemiológica, limitando el desarrollo de la enfermedad y por lo tanto del patógeno, sin embargo, hay que conocer las concentraciones favorables de los productos, es decir, como y cuando aplicarlos y de este modo lograr una mejor compatibilidad con especies de *Trichoderma* para de este modo lograr un mejor control de enfermedades y reducir la contaminación generada por los agroquímicos (Izurieta, 2021). Por lo tanto, el presente estudio busco dar a conocer la compatibilidad de cepas de *Trichoderma* con los agroquímicos convencionales empleados en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch) en condiciones de laboratorio, antes de ser puestos en campo, siendo de gran importancia para futuras investigaciones.

1.5 Delimitación

1.5.1. Delimitación teórica

La investigación se enmarcó en el campo del control biológico y la microbiología agrícola, específicamente en el estudio del género *Trichoderma* spp. y su interacción con agroquímicos convencionales. Se fundamentó en teorías relacionadas con el crecimiento micelial, mecanismos de antagonismo, compatibilidad biológica y efectos inhibitorios de sustancias químicas sobre microorganismos benéficos. Asimismo, se consideraron antecedentes sobre el uso de *Trichoderma* como agente de biocontrol y su integración en programas de manejo integrado de plagas y enfermedades en cultivos agrícolas.

1.5.2. Delimitación temporal

El estudio se desarrolló durante el año 2025, comprendiendo un periodo aproximado de 12 meses, desde la obtención y aislamiento de cepas de *Trichoderma*, su exposición a diferentes

agroquímicos convencionales, evaluación del crecimiento micelial, registro de datos experimentales, hasta el análisis estadístico e interpretación de resultados.

1.5.3. Delimitación espacial

La investigación se llevó a cabo en las instalaciones del Centro Internacional de Investigación para la Sustentabilidad (CIIS) de la Universidad Nacional de Cañete, ubicado en el distrito de Lunahuaná, provincia de Cañete, región Lima – Perú. El estudio se realizó en condiciones de laboratorio, utilizando cepas de *Trichoderma* y agroquímicos empleados comúnmente en el cultivo de fresa, con el propósito de generar información aplicable a productores agrícolas de dicho cultivo.

II. MARCO TEÓRICO Y EMPÍRICO

2.1 Bases teóricas

2.1.1 Importancia del cultivo de fresa en el Perú

La fresa (*Fragaria x ananassa* Duch) es una especie hortícola que se viene cultivando hace siglos atrás en Europa, Asia y Norteamérica, convirtiéndose en una de las frutas más importantes consumida en los países desarrollados. Durante las últimas décadas, los volúmenes de producción mundial de fresas han estado fluctuando: el área de producción ha disminuido en algunos países, mientras que el área de producción ha aumentado en otros, pero en general hay una tendencia de crecimiento en el mundo (Ministerio de desarrollo agrario y riego (Midagri), 2008).

En el año 2023 se registró una exportación de fruto nacional de 21 346 152 kilos. Estos datos muestran un importante crecimiento del 36% en volumen, respecto a los 15 661 948 kilos exportados en 2022. En el 2021 se registraron exportaciones de fresa manteniendo un flujo constante de un total de 3 709 470 kilos (Koo, 2024). A nivel nacional los principales valles productores de este fruto a para mercado local y exportación son: Lima, Ica, Tacna, Chimbote, Trujillo, Huaraz, Chachapoyas, Ayacucho, Cuzco y Arequipa. En tanto a los rendimientos de producción, estos registros muestran un mejor auge en los valles de Huaral, Huaura, Barranca y Cañete en donde se tiene en cuenta que se viene ejecutando este cultivo desde más de 30 años (Agraria, 2023) .

Actualmente el país cuenta con una amplia cartera de exportación a nivel internacional donde los principales países de destino son: Estados Unidos (52%); Canadá (25%); México (8%); Corea del Sur (6%); Japón (5%); China y Reino Unido (1%); Chile y Puerto Rico (1%) (Agraria, 2023).

2.1.2 Principales plagas y enfermedades asociadas al cultivo de fresa

2.1.2.1 Plagas asociadas al cultivo de fresa. Olivera (2003) describe que las plagas más importantes en el cultivo de fresa y por ende las más perjudiciales en campo son: Acaro de la fresa (*Phytonemus pallidus*), Sacho o gusano blanco (*Anomala* sp. y *Botynus* sp.), Thrips (*Frankliella occidentalis*), Chinches (*Nysius* sp.), Arañita roja (*Tetranychus urticae* Koch).

2.1.2.2 Enfermedades asociadas al cultivo de fresa. Llanos (2017) menciona que las enfermedades fúngicas son las más concurrentes en el cultivo de fresa tanto en campo como en postcosecha. Entre las cuales realiza mención a: Antracnosis (*Colletotrichum* spp.); Manchas foliares (*Micosphaerella fragariae*); Oídio (*Sphaerotheca macularis*); Marchitamiento (*Fusarium*

oxysporum); Pudrición de la corona (*Phytophthora nicotianae*) y la pudrición gris (*Botrytis cinérea*).

2.1.3 Métodos de control de enfermedades

2.1.4 Control químico

La aplicación del control químico va a depender en gran medida de lo disponible y eficaz que se encuentre los productos fitosanitarios. El uso de pesticidas se va fomenta en menor medida, a causa de los problemas ambientales que genera su aplicación, su uso sujeto a restricciones como tiempos de espera entre aplicaciones y consecuencias de los residuos generados, etc. Por otro lado, la resistencia de plagas y enfermedades a los pesticidas de nivel comercial ha llevado a la aparición de patógenos más resistentes, ello requiere cambiar constantemente de fungicidas y un aumento deliberado de las dosis, con el consiguiente riesgo de que estos productos permanezcan en el suelo (Llanos, 2017).

2.1.4.1 Agroquímicos empleados para el manejo del cultivo de fresa. Los mercados internacionales en la actualidad llevan un control riguroso en cuanto a la aplicación de agroquímicos y los residuos que estos dejen, lo que buscan es que los frutos no tengan repercusiones en la salud humana al ser consumidos. Por ello, para el manejo del cultivo de fresa se debe de aplicar el control químico que se encuentre permitido, pero además de ello se debe de incluir el control biológico, empleando hongos antagonistas, productos biológicos y entomopatógenos (Olivera, 2012).

2.1.5 Insecticidas

2.1.5.1 Permetrina. Insecticida de origen sintético perteneciente al grupo de los piretroides, caracterizado por su alta eficacia y acción rápida tanto por contacto como por ingestión. Su baja fitotoxicidad permite su uso incluso durante el periodo de cosecha. Presenta un amplio espectro de control, siendo eficaz contra larvas en todas sus fases de desarrollo, su mecanismo de acción se manifiesta afectando el sistema periférico, produciendo un desbalance de Sodio (NA) y Potasio (K) a nivel de las neuronas. Originando que el insecto al ingerir el producto ya no siga comiendo y finalmente muera. (Agrevo, 2025).

2.1.5.2 Fipronil. Es un insecticida perteneciente al grupo de los fenilpirazoles, ampliamente empleado en la agricultura para el control de plagas como, trips, pulgones, entre otros insectos que afectan tanto al follaje como al sistema radicular de los cultivos. Este compuesto se caracteriza por su eficacia a bajas dosis y su persistencia en el medio, lo que le permite mantener

un efecto residual prolongado en el tiempo. En cuanto a su modo de acción, el fipronil actúa principalmente por contacto e ingestión, interfiriendo en el sistema nervioso central de los insectos. Su mecanismo de acción consiste en bloquear los canales de cloro regulados por el neurotransmisor ácido gamma-aminobutírico (GABA), provocando una hiperexcitación del sistema nervioso que termina en la parálisis y muerte del insecto (BASF, 2025).

2.1.5.3 Emamectin benzoato + Lufenuron. Insecticida cuya principal vía de acción es la ingestión, aunque también presenta un leve efecto por contacto. Su ingrediente activo, Emamectin benzoato + Lufenuron, posee una marcada acción translaminar que permite la acumulación del compuesto en el mesófilo de las hojas tratadas. Una vez ingerido por el insecto, actúa sobre dos tipos de receptores postsinápticos, provocando un flujo continuo de iones cloruro que interfiere con el funcionamiento del sistema neuromuscular del organismo afectado (Neoagrum, 2025).

2.1.5.4 Imidacloprid. Insecticida sistémico que forma parte de la familia de los neonicotinoides. Es ampliamente utilizado en la agricultura para el control de plagas chupadoras, como áfidos, mosca blanca, etc, debido a su alta eficacia incluso en concentraciones bajas. Su naturaleza sistémica le permite ser absorbido por la planta y distribuirse a través de los tejidos, protegiendo tanto el follaje como las raíces. En cuanto a su modo de acción, actúa principalmente por ingestión y en menor medida por contacto. Su mecanismo de acción se basa en la interferencia con el sistema nervioso central de los insectos, uniéndose a los receptores nicotínicos de acetilcolina (nAChR). Esta unión provoca una estimulación continua del sistema nervioso, lo que lleva a la parálisis y posterior muerte del insecto (Farmagro, 2013).

2.1.5.5 Emamectin Benzoato. Emamectin benzoato es un insecticida-acaricida derivado de las avermectinas, producido por fermentación del actinomiceto *Streptomyces avermitilis*. Es altamente eficaz contra insectos masticadores, especialmente larvas de lepidópteros, siendo comúnmente utilizado en cultivos hortícolas, frutales y ornamentales. Este compuesto actúa principalmente por ingestión, aunque también tiene cierto efecto por contacto. Su modo de acción se basa en la activación de los canales de cloro mediados por ácido γ-aminobutírico (GABA) y el glutamato, lo que altera la transmisión nerviosa del insecto. Como resultado, los insectos afectados experimentan parálisis irreversible, dejan de alimentarse y mueren poco tiempo después (Silvestre, 2012).

2.1.6 Acaricidas

2.1.6.1 Abamectina. La abamectina es un insecticida y acaricida ampliamente utilizada en la agricultura para controlar plagas como ácaros, minadores de hojas y larvas de insectos, principalmente en cultivos frutales, hortalizas y ornamentales. Este compuesto actúa predominantemente por ingestión, aunque también puede tener un efecto por contacto. Su modo de acción se basa en la estimulación de los canales de cloro mediados por el ácido γ-aminobutírico (GABA) y el glutamato en el sistema nervioso de los insectos y ácaros. Esto genera una interrupción de los impulsos nerviosos, lo que causa parálisis y, posteriormente, la muerte del organismo plaga (Farmagro, 2012).

2.1.6.2 Spiromesifen. El Spiromesifen es un acaricida e insecticida perteneciente al grupo químico de las espironolactonas. Se emplea principalmente para el control de ácaros y moscas blanca en una amplia variedad de cultivos, incluyendo hortalizas, frutales y ornamentales. Este compuesto actúa por contacto, y su eficacia se basa en su capacidad de interferir con el metabolismo lipídico de los insectos y ácaros. Su modo de acción consiste en la inhibición de la acetil-CoA carboxilasa (ACC), una enzima clave en la biosíntesis de ácidos grasos. Al bloquear esta enzima, el spiromesifen impide la formación de lípidos esenciales, lo que afecta el desarrollo y reproducción de los organismos plaga, especialmente en estados inmaduros como ninfas y larvas (Bayer, 2023).

2.1.6.3 Bifenazate. El bifenazate es un acaricida no sistémico de contacto, utilizado principalmente para el control de ácaros fitófagos, especialmente *Tetranychus urticae*, en cultivos como vid, frutales, hortalizas y ornamentales. Este compuesto pertenece al grupo de las carboxilhidrazidas, y su modo de acción se basa en la interrupción del transporte mitocondrial de electrones, específicamente en el complejo III de la cadena respiratoria. Al afectar esta función celular esencial, los ácaros sufren una rápida parálisis y muerte. Aunque actúa principalmente por contacto, también posee cierto efecto residual, lo que permite controlar tanto adultos como estadios inmaduros (TQC, 2014).

2.1.7 Fungicidas

2.1.7.1 Fluopiram + Tebuconazol. Fluopiram + tebuconazole es una mezcla fungicida de amplio espectro que combina dos principios activos con diferentes modos de acción, lo que la convierte en una herramienta eficaz para el manejo de enfermedades fúngicas en diversos cultivos. Se emplea comúnmente en el control de patógenos como *Botrytis*, *Alternaria*, *Sclerotinia*,

F*usarium*, entre otros. Fluopiram pertenece al grupo de las piridil-etil-amidas y actúa inhibiendo la enzima succinato deshidrogenasa (SDHI), la cual es parte del complejo II de la cadena respiratoria mitocondrial. Al bloquear esta enzima, interfiere en la producción de energía en las células fúngicas, causando su debilitamiento y muerte, por su parte tebuconazole, es un fungicida del grupo de los triazoles (inhibidores de la biosíntesis de ergosterol, IBE), que actúa sobre la enzima C14-demetilasa, bloqueando la síntesis de ergosterol, componente esencial de la membrana celular de los hongos. Esto provoca un deterioro estructural en las células del patógeno, limitando su crecimiento y reproducción (Bayer, 2025).

2.1.7.2 Azoxystrobin + Difenoconazole. Azoxystrobin + difenoconazole es una mezcla fungicida de acción sistémica y amplio espectro, utilizada para el control preventivo y curativo de diversas enfermedades causadas por hongos en cultivos agrícolas. Esta combinación integra dos ingredientes activos con mecanismos de acción distintos y complementarios, lo que mejora su eficacia y contribuye a la gestión de la resistencia fúngica. Azoxystrobin pertenece al grupo de las estrobilurinas (FRAC grupo 11) y actúa como inhibidor de la respiración mitocondrial, interfiriendo en el complejo III de la cadena de transporte de electrones (citocromo bc1). Esta interrupción bloquea la producción de ATP, lo que impide la germinación de esporas, el crecimiento micelial y la esporulación de los hongos. Por otro lado, difenoconazole es un fungicida sistémico del grupo de los triazoles (IBE, FRAC grupo 3), que inhibe la enzima C14-demetilasa en la biosíntesis de ergosterol, un componente fundamental de la membrana celular de los hongos. Esto debilita las paredes celulares fúngicas y detiene su crecimiento (Syngenta, 2016).

2.1.7.3 Boscalid + Pyraclostrobin. Fungicida formulado con dos principios activos: boscalid, del grupo químico de las carboxamide, y piraclostrobin, perteneciente a las estrobilurinas. Ambos actúan en sitios diferentes dentro del patógeno, generando un efecto complementario y sinérgico que mejora el control de enfermedades clave, reduciendo además el riesgo de resistencia cruzada (Silvestre, 2025).

2.1.7.4 Azufre. Fungicida de acción protectora y de contacto. Su eficacia se debe tanto al contacto directo como a la acción a distancia de los compuestos volátiles generados por la oxidación del azufre. Al estar formulado con azufre micronizado y adyuvantes de alta calidad, garantiza una persistencia prolongada sobre el cultivo, ofreciendo una protección más duradera (Silvestre, 2025).

2.1.7.5 Cyprodinil + Fludioxonil. Ciprodinil interrumpe el crecimiento del micelio mediante la inhibición de la cistationina-β-liasa, una etapa esencial en la biosíntesis de la metionina; así se interrumpe el crecimiento del micelio en la planta. Fludioxonil es un fenilpirrol y actúa haciendo inhibición de una proteína quinasa mitogeno activada (MAP) involucrada en la ruta de transducción de la señal osmo-regulatoria (síntesis del glicerol). Estudios in vitro del fludioxonil revelaron la inhibición de la germinación conidial, del tubo germinativo y del crecimiento del micelio (TQC, 2014).

2.1.7.6 Metalaxil. Fungicida sistémico aplicado de forma preventiva o curativa, esencialmente empleado para hongos radiculares. El metalaxil es el fungicida de fenilamida más activo e inhibe la síntesis de ARN ribosómico, interfiriendo así con la síntesis de proteínas (TQC, 2020).

2.1.7.7 Fludioxonil. Fungicida no sistémico y de larga persistencia, cuya acción de amplio espectro se ejerce por contacto. Posee un modo de acción preventivo y residual. Actúa estimulando la producción de glicerol, una molécula clave en la regulación de la presión osmótica dentro de la célula. Su acumulación excesiva altera los mecanismos de transporte dependientes de la membrana, interrumpiendo el intercambio de sustancias y, como resultado, inhibiendo el crecimiento celular del hongo (Silvestre, 2025).

2.1.7.8 Pirimetanil. Es un fungicida que presenta un mecanismo de acción innovador para el control de enfermedades provocadas por patógenos como *Botrytis cinerea*. Su efecto es tanto preventivo como curativo, con capacidad de transporte acropétalo y acción translaminar. Su eficacia radica en la inhibición de la secreción de enzimas fúngicas esenciales para el proceso de infección, lo que interrumpe y detiene el desarrollo del patógeno desde sus primeras etapas (Bayer, 2025).

2.1.7.9 Boscalid. Fungicida perteneciente al grupo de las carboxamidas, con acción preventiva al impedir la germinación de esporas y efecto curativo al bloquear el desarrollo del tubo germinativo, el crecimiento micelial y la esporulación. Presenta actividad sistémica y translaminar, permitiendo su absorción foliar y desplazamiento acropétalo a través del xilema, lo que brinda protección incluso a tejidos nuevos no tratados (BASF, 2025).

2.1.7.10 Isofetamid. Fungicida formulado con un ingrediente activo de última generación perteneciente al grupo de las carboxamidas. Su modo de acción se centra en la inhibición de la

cadena respiratoria mitocondrial del hongo, lo que lo convierte en una herramienta eficaz para el control de *Botrytis cinerea* (TQC, 2025).

2.1.7.11 Fenhexamid. Fungicida de aplicación foliar el cual actúa bloqueando el desarrollo del tubo germinativo del hongo, evitando su ingreso a los tejidos vegetales y provocando su muerte (Bayer, 2025).

2.1.7.12 Hymexazol. Fungicida sistémico de acción acropétalo, con propiedades preventivas y curativas, que presenta una elevada actividad fúngica frente a patógenos como *Fusarium*, *Lasiodiplodia* y hongos de la madera. Su mecanismo de acción se basa en la inhibición de la síntesis de ácidos nucleicos, lípidos y aminoácidos. Es absorbido principalmente por las raíces y transportado hacia la parte aérea de la planta, donde se metaboliza en forma de glucósidos, generando un efecto beneficioso sobre el desarrollo radicular (Silvestre, 2025).

2.1.8 Herbicidas

2.1.8.1 Glifosato. Herbicida sistémico no selectivo empleado para el control de malezas anuales y perennes post emergentes (Farmagro, 2014).

2.1.9 Fertilizantes inorgánicos

Los fertilizantes sintéticos, químicos o inorgánicos son aquellas que se producen en cantidades industriales a base de reacciones químicas y son empleadas en dosis precisas específicamente para suplir necesidades puntuales que tengas los cultivos generalmente (Cedeño & Vasconez, 2023).

El cultivo de fresa por cada 100 kilogramos de fruto extrae en promedio 0,88 kilogramos de nitrógeno, 0,34 kilogramos de fosforo y 1,43 kilogramos de potasio para poder lograr rendimientos de 25 a 50 toneladas por hectárea, de ahí la recomendación de fertilización varían ello dependiendo de análisis de suelos tomados en los lugares de plantación (Olivera, 2003).

2.1.10 Control biológico

El control biológico implica el uso de microorganismos que normalmente ingresan a la herida de los tejidos vegetales utilizando todos los nutrientes disponibles, dificultando la germinación de las esporas de otros organismos patógenos. Su ventaja sobre los métodos de control químico es su bajo costo económico sin dañar el medio ambiente. Estos agentes de control biológico incluyen bacterias, nematodos y levaduras, así como diversos tipos de hongos. Entre ellos; *Trichoderma* spp. Otros hongos que se han estudiado son *Chaetomiun globesum*,

Cladosporium herbarium, *Alternaria alternata*, *Ulocladium atrumy*, especies de *Gliocladium*, *Penicillium*, *Pythium* y *Oídium*, entre otros (Espinosa, 2006).

2.1.10.1 *Trichoderma* como controlador biológico. El uso de hongos antagonistas para contrarrestar el daño provocado por patógenos fúngicos en diferentes cultivos, se ha determinado una opción muy viable, porque, especies como las del género *Trichoderma* se han posicionado como buenos agentes de biocontrol sobre estos patógenos (Stefanova, 2007). Algunas especies de *Trichoderma,* se han desarrollado mediante manipulación para hacerlos más competitivos en la rizosfera, lo que se ha visto en algunas cepas, que han demostrado tener una mejor capacidad de biocontrol contra patógenos de suelo (Guazzone et al., 2016).

Entre las especies más empleadas como agentes de biocontrol del género *Trichoderma* tenemos: *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma viride*, *Trichoderma hamantum*, *Trichoderma reesei* y *Trichoderma koningii* (Pineda et al., 2017). Estas especies se encuentran ampliamente empleadas en el control biológico y que es una opción eficiente en el control de diferentes enfermedades provocadas por hongos, sustituyendo así de manera muy eficaz al control químico, puesto que este control aparte de tener un costo elevado genera problemas de contaminación ambiental y toxicidad (Chambe et al., 2021).

2.1.11 Generalidades de Trichoderma

El género *Trichoderma* fue descrito por primera vez por Persoon en el año 1974, son hongos saprofitos de suelo y madera que cuentan con un desarrollo muy presuroso, estas especies se encuentran distribuidos en diferentes zonas o ambientes, en especial en aquellos q cuenten con materia orgánica o desechos vegetales en descomposición (Martínez et al., 2013).

Las variadas especies del género *Trichoderma* cuentan con mecanismos de acción tales como: competencia (por espacio y nutrientes), producción de metabolitos, la inactivación de enzimas del agente patógeno, modificación de las condiciones ambientales, producción de sustancias promotoras del crecimiento y por micoparasitismo. Lo que le permite actuar como agente de biocontrol frente a diferentes patógenos fúngicos (Valetti et al., 2020).

2.1.11.1 *Trichoderma*. Martínez et al. (2015) menciona que el hongo *Trichoderma* pertenece al orden: Hypocreales, familia: Hypocreaaceae y al género: *Trichoderma*. Es un hongo saprofito con una gran distribución y plasticidad ambiental que están estrechamente relacionadas con la alta degradabilidad del sustrato, el metabolismo polivalente y la resistencia a los inhibidores microbianos.

Tabla 1

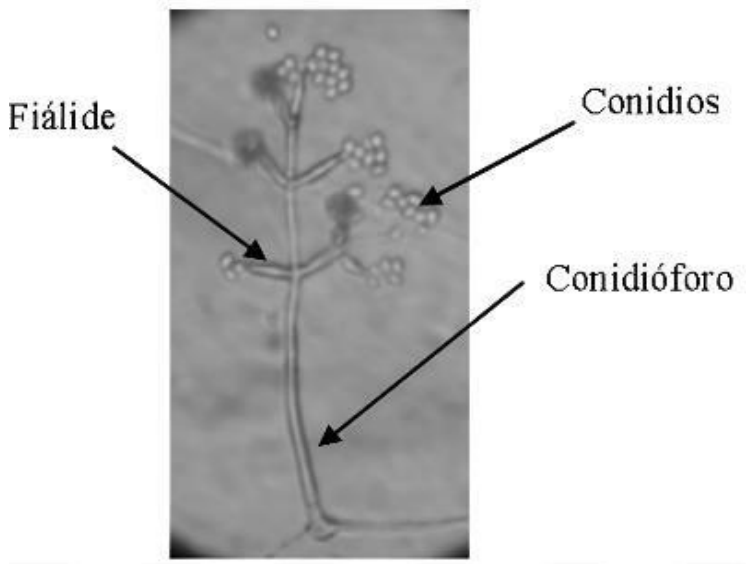
Clasificación taxonómica de Trichoderma

Reino	Fungí
División	Ascomycota
Clase	Sordariomycetes
Orden	Hypocreales
Familia	Hypocreaaceae
Género	*Trichoderma*

Nota: Tomado de Martínez et al. (2015).

Figura 1

Partes microscópicas de Trichoderma



Nota: Conidióforos ramificados de *Trichoderma* registrados microscópicamente, tomado de Torrez (2018).

2.1.12 Mecanismos de acción de Trichoderma

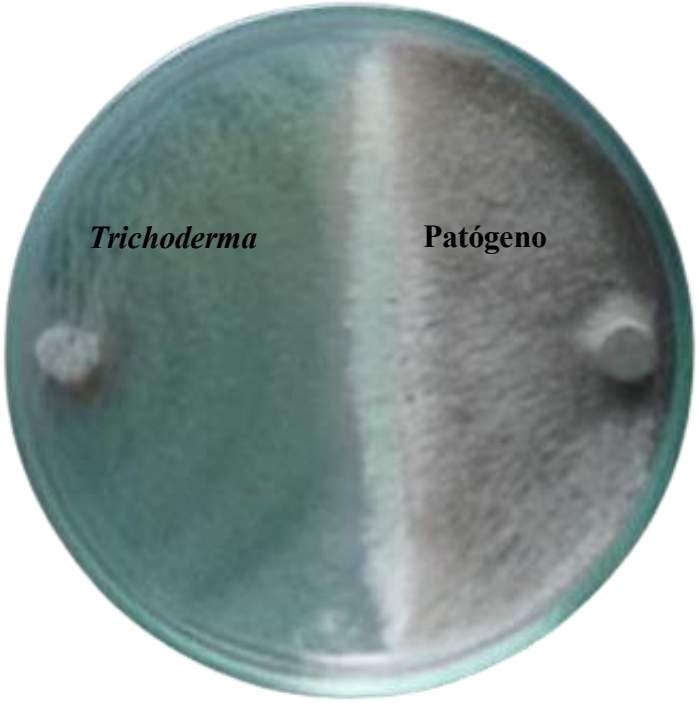
Según López et al. (2017) la actividad de biocontrol de *Trichoderma* es descrito por varios mecanismos de acción que se ejecutan regular el crecimiento de hongos fitopatógenos. Entre estos

factores clave se encuentran la competencia por el espacio y nutrientes, el micoparasitismo y la antibiosis, que tienen un efecto directo contra los hongos fitopatógenos.

2.1.12.1 Competencia. La competencia es un mecanismo antagónico muy importante. Es el comportamiento desigual entre dos o más organismos ante una misma necesidad (sustrato, nutrientes), cuando el aprovechamiento de esta necesidad por un organismo resulta en una disminución en el número o espacio habilitado para otros organismos. Este tipo de antagonista se ve favorecido por las características del agente de control biológico como la plasticidad ambiental, la tasa de crecimiento y desarrollo, por otro lado, por factores externos como el tipo de suelo, pH, temperatura, humedad. etc (Benítez et al., 2004).

Figura 2

Competencia efectuada por Trichoderma frente al patógeno.



Nota: Tomado de Garrido & Vilela (2019).

2.1.12.2 Micoparasitismo. Se denomina micoparasitismo a la simbiosis antagónica entre organismos en la que se encuentran involucradas enzimas extracelulares tales como la quitinasa, celulasa y proteasas, las cuales corresponden a la composición y estructura de la pared celular de las especies fúngicas parásitos (Ramirez, 2019).

Además, se indican que *Trichoderma* crece durante el micoparasitismo de forma quimiotrópicamente sobre el huésped (crecimiento quimiotrófico), uniéndose a los filamentos del huésped, donde se envuelven alrededor de ellos (adhesión y enrollamiento) y ocasionalmente los penetran (actividad lítica) (Infante et al., 2009).

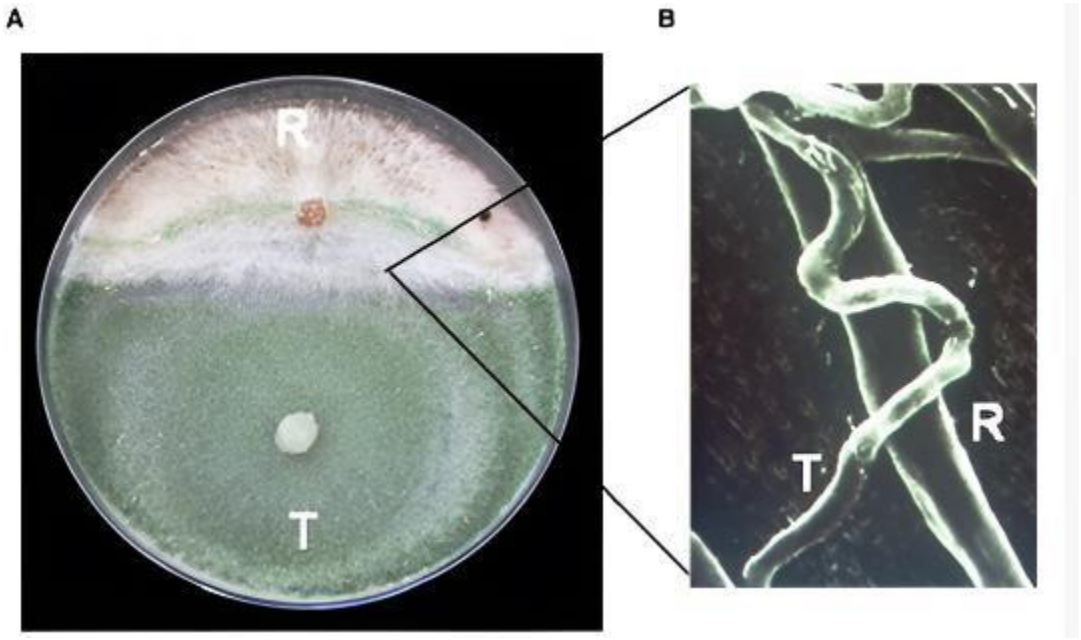
2.1.12.2.1 Crecimiento quimiotrófico. La quimiotropismo positivo es una evolución directa en la dirección de la catálisis química. En la etapa de localización del hospedador, se ha demostrado que *Trichoderma* puede detectarlo de forma remota y el micelio crece hacia el patógeno en respuesta a estímulos químicos (Infante et al., 2009).

2.1.12.2.2 Adhesión y enrollamiento. Según Infante et al. (2009) cuando el reconocimiento es positivo, las hifas de *Trichoderma* se adhieren a las hifas del huésped formando estructuras en forma de gancho y opresorios que envuelven la hifa, todo ello mediado por procesos enzimáticos. La adhesión de *Trichoderma* mediante sus hifas es provocada por la unión del azúcar en la pared del antagonista con la lectina presente en la pared del patógeno (Companioni et al., 2019).

2.1.12.2.3 Actividad lítica. Companioni et al. (2019), explica que la actividad lítica consiste en la producción de enzimas líticas extracelulares, como quitinasa, glucanasa y proteasa, que degradan la pared celular de los patógenos y permiten que las hifas de *Trichoderma* ingrese al huésped. El micoparasitismo finaliza con la pérdida de los componentes citoplásmicos de la célula huésped, lo que conduce a la aparición de síntomas de disociación.

Figura 3

Micoparasitismo de Trichoderma



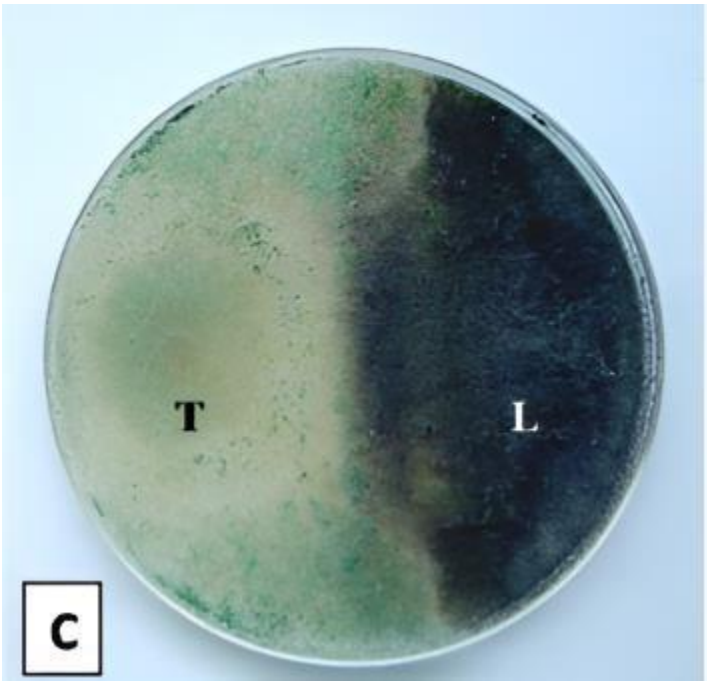
Nota: Tomado de Brotman et al. (2010)**.**

2.1.12.3 Antibiosis. La antibiosis es el accionar directo de un antibiótico o metabolitos tóxicos generados por un microorganismo sobre otro al que es susceptible, algunos autores argumentan que la antibiosis no deberían ser el mecanismo de acción principal de los antibióticos, debido al riesgo de cepas de patógenos resistentes a los antibióticos (Zeilinger et al., 2016).

Además, cabe recalca que muchas cepas de *Trichoderma* producen compuestos orgánicos volátiles y no volátiles, y algunas inhiben el crecimiento de otros microorganismos a los que no están físicamente expuestos. Estos compuestos inhibidores se consideran antibióticos (Martínez et al., 2013).

Figura 4

Inhibición inducida por la liberación de antibióticos de Trichoderma frente al patógeno



Nota: *Trichoderma harzianum* (T), *Lasiodiplodia theobromae* (L). Tomado de Ttacca & Calderón (2021).

2.2 Antecedentes

2.2.1 Antecedentes nacionales

Uribe (2013) determino la compatibilidad del nematicida de nombre oxamilo con *T. viride* en condiciones de laboratorio, donde evaluó el accionar del oxamilo en tres dosis diferentes: 960, 1200 y 1440 ppm sobre la germinación de *Trichoderma viride*, además aplico un control de 0 ppm, realizando cinco pruebas por concentración insertando el control. Obteniendo como resultado la disminución del porcentaje de germinación de *T. viride* por parte del oxamilo, sin afectar la capacidad patogénica ni el crecimiento del antagonista.

Flores (2013) determino la compatibilidad de dos cepas de *Trichoderma viride* (TAC2 Y TC) frente al 1% y 1.5% de azufre (Pantera 80WP), 0.5% y 1.25% de fosetil de aluminio (Alliete); 0.25% de sulfato de cobre pentahidratado (Sulcopenta) y; 0.5% y 1.5% de azufre sulfato de cobre pentahidratado (Sulfocalcio R) en condiciones de laboratorio y campo. En donde para laboratorio

se evaluaron los parámetros de germinación y crecimiento de *T. viride*, mientras que en campo se desarrollaron inoculaciones de pesticidas y de cada hongo, y su evaluación se desarrolló tomando muestras de suelo y realizando el conteo de colonias cada 12 horas por 48 horas para cada tratamiento. Resultando que para las condiciones de laboratorio existe una compatibilidad de ambas cepas de *Trichoderma viride* (TAC2 Y TC) y el azufre (Pantera 80WP) mientras que en condiciones de campo se determinó una compatibilidad hacia todos los fungicidas.

2.2.2 Antecedentes internacionales

Rodríguez (2020) evaluó la compatibilidad de ocho fungicidas (químicos, biológicos) y extractos vegetales sobre *Trichoderma harzianum* empleado para el control de *Fusarium oxysporum* en tomate, donde se realizaron pruebas In vivo para comprobar el control hongo fitopatógeno por parte de *T. harzianum* integrado con los productos fitosanitarios, dando como resultado que los controladores más eficaces contra *fusarium oxysporum* fueron los fungicidas químicos, obteniendo un porcentaje de inhibición superior al 90%, mientras que los extractos vegetales y fungicidas biológicos resultaron ser los más compatibles con *Trichoderma harzianum*, las cuales obtuvieron porcentajes inferiores al 19%.

Reyes et al. (2012) evaluaron la compatibilidad de tres cepas de *Trichoderma asperellum* Samuels T.17, T. 75, T. 78, con diversos herbicidas empleados en el cultivar del arroz, para la cual emplearon la técnica de medio envenenado mediante variadas concentraciones, a través de dosis de campo 0,1D= 10 veces menor; D= dosis recomendada y 10D= 10 veces mayor, con tres herbicidas, fenoxaprop-p-etilo, bispiribac-sodio y 2,4D sal de amina. Resultando que la dosis recomendada y la 10 veces mayor de los productos 2,4D sal de amina y fenoxaprop-p-etilo tuvieron efecto en el desarrollo habitual del micelio de las cepas T.75 Y T.17, sin embargo, el bispiribac-sodio no mostro ningún efecto en las cepas estudiadas.

García (2019) evaluó la compatibilidad de ocho fungicidas químicos con un aislado de *Trichoderma* aplicados para el cultivo de rosa, donde se aplicaron los fungicidas de nombre comercial Cabo, Sialex, Scala, DithaneTM, Mirage, Teldor-Combi, Clortocaffaro y Bellkute con la cepa de *Trichoderma* USTA-Tri004 a través de pruebas In vitro, teniendo como resultado que los fungicidas Cabo y Sialex son compatible con la cepa de *Trichoderma* USTA-Tri004, mientras que los restantes fungicidas muestran una nula compatibilidad con el aislado de *Trichoderma* USTA-Tri004 limitando su crecimiento micelial.

Franco & Orrego (2013) evaluaron la compatibilidad de 15 aislados nativos de *Trichoderma* con fungicidas empleados para el tratamiento de semillas, en donde se emplearon los fungicidas Carboxin + Thiram, Carbendazim + Thiram, Metiltiofanato + Thiram y Tebuconazole, evaluando la inhibición de crecimiento micelial y esporulación de los aislados nativos de *Trichoderma*, mediante un diseño completamente al azar (DCA) con cinco repeticiones. Resultando que el Carboxin+Thiram fungicida aplicado para el tratamiento de semillas es el más compatible con los aislados de *Trichoderma*.

Castellanos et al. (2015) evaluaron 6 plaguicidas comerciales y su interacción sobre *Trichoderma harzianum* cepa A-34 en condiciones de laboratorio, en donde se aplicaron las concentraciones de 10, 100, 200, 500, 1000 y 2000 mg L-1 de los productos comerciales fúngicos, folpet, mancozeb y zineb, si como los insecticidas comerciales, cipermetrina, lambda cialotrina y abamectina, evaluando el crecimiento micelial, esporulación y germinación de *T. harzianum*. teniendo como resultado la inhibición del crecimiento micelial de *Trichoderma harzianum* cepa A-34 por parte de los tres fungicidas, mientras que por su parte los insecticidas no mostraron ninguna repercusión.

Pineda & González (2020) evaluaron la compatibilidad y sensibilidad de un aislado nativo de *Trichoderma harzianum* con dos fungicidas *In vitro*, para ello se aplicaron los funguicidas Carbendazim y mancozeb con un par de tratamientos de 1 mililitro de una dilución de 10 ppm. En donde aplicaron un diseño completamente al azar con 6 repeticiones, evaluando las variables de crecimiento radial, porcentaje de inhibición y grado de compatibilidad con el antagonista. Obteniendo como resultado que los fungicidas aplicados no ejercieron ningún cambio significativo en las variables estudiadas, además se demostró una visible compatibilidad de ambos fungicidas con el aislado nativo de *T. harzianum*.

Rojas (2020) evaluó la sensibilidad de cinco aislado de *Trichoderma* spp. a seis fungicidas en condiciones de laboratorio, empleando aislados monospóricos de los aislado de *T. asperellum* (Cut-B y TFR3), *T. tomentosum* (SS1), *T. barbatum* (SS2) y *T. harzianum* (TA4), frente a los frente a los fungicidas tiofonato metílico, benomilo, captan, quintozeno + thiram y fluazinam, con las siguientes dosis 0.42 g, 0.15 g, 1 g, 0.75 g y 0.25 g de i. a. L^{-1}, donde se evaluó la comparativa de sensibilidad, así como el área de crecimiento micelial de cada tratamiento. Dando como resultado que los aislado de *Trichoderma* Cut-B y TFR3, SS1, SS2 y TA4 mostraron tolerancia a

los fungicidas captan y fluazinam, mientras que el aislado de *Trichoderma* Cut-B presento sensibilidad al tiofonato metílico.

Soesanto et al. (2018) investigaron la compatibilidad de cuatro aislados de *Trichoderma*, procedentes de la rizosfera de jengibre, plátano, piña, chatola con seis pesticidas a nivel *In vitro*, mediante el método de intoxicación alimentaria, bajo un diseño completamente aleatorio con cuatro repeticiones, donde las variables de estudio fueron decoloración, esporulación, diámetro de colonia, densidad de conidios, crecimiento de hongos en el tratamiento con pesticida en comparación con el control con la fórmula (I = 100 (CT)/C) y el peso seco micelial del antagonista. El análisis determinó que Mancozeb alteró el crecimiento de los *Trichoderma* spp. aislados de chalota, jengibre y plátano y propineb para aislado de piña, así mismo fue para las variables de color, esporulación y el nivel de inhibición.

Shylaja & Rao (2012) probaron *In vitro* cuatro fertilizantes inorgánicos como lo son la urea, superfosfato simple, muriato de potasio y nitrato de amonio y calcio para determinar su compatibilidad con *Trichoderma harzianum*. Donde aplicaron las concentraciones de 100, 200, 500, 1000 y 2000 ppm. Dando como resultado que la urea en la concentración de 1000 ppm favoreció en el crecimiento colonial de *T. harzianum* hasta un 11,1%, mientras q el muriato de potasio provoco un aumento en el agente de control biológico en todas sus concentraciones, por otra parte, el nitrato de calcio y amonio y el superfosfato simple de un 8,8% y 13%.

Kumar et al. (2017) evaluaron la compatibilidad de *Trichoderma asperellum* con fertilizantes, fungicidas, insecticidas y biopesticidas, donde emplearon 8 insecticidas, 3 fertilizantes, 13 fungicidas y 2 biopesticidas, en las concentraciones de 100 ppm, 200 ppm, 400 ppm y 800 ppm. Resultando que los fungicidas que contienen Metalaxil M + Mancozeb y Mancozeb no mostraron tanta inhibición en el controlador biológico, mientras que los fungicidas que contienen Carbendazim tuvieron alta inhibición en *T. asperellum* incluso en concentraciones mínimas. Los insecticidas por su parte no lograron inhibir completamente el crecimiento del micelio del *T. asperellum* y los fertilizantes tuvieron como mínimo el 10% de inhibición micelial a una concentración de 800 ppm.

2.3 Definición de términos básicos

2.3.1 Agroquímicos

Guzmán et al. (2016) señalan que son sustancias de forma orgánica o inorgánica, empleados en la agricultura con la finalidad de generar un impacto en el incremento de la producción de los cultivos.

2.3.2 Pesticidas

Schaaf (2013) indica que comprende a cualquier sustancia formulada con la finalidad de controlar o destruir plagas y enfermedades, entre ellas podemos encontrar ha insecticidas, acaricidas, fungicidas y herbicidas, etc.

2.3.3 Insecticidas

González et al. (2015) describen que son productos formulados o naturales empleados con regularidad para el control de insectos.

2.3.4 Acaricidas

Cua et al. (2021) mencionan que son empleados para el control de ácaros que afectan tanto cultivos como ganado.

2.3.5 Fungicidas

Gaviria et al. (2013) expresan que se tratan de formulados para la aplicación y control de hongos que puedan ocasionar enfermedades

2.3.6 Herbicidas

Cardenas et al. (1972) describen que son productos sintéticos que tienen como finalidad destruir las malas hierbas, malezas y otras plantas no deseadas.

2.3.7 Patógeno

Rey et al. (2007) indican que es la capacidad de un organismo de producir enfermedad. La intensidad, grado o medida de patogenicidad se llama virulencia.

2.3.8 Trichoderma

Castro & Rivillas (2012) mencionan que es el género que comprende un gran número de especies de hongos filamentosos competentes que se encuentran en gran variedad de ecosistemas.

2.3.9 In vitro

Castillo (2004) indica que es un término latín que designa todos los procesos biológicos que tiene lugar fuera de los sistemas vivos, en condición artificial controlado, como ejemplo el cultivo del patógeno en medio de cultivo artificial.

2.3.10 Cepas nativas

Luna & Lecuona (2002) describen que son cultivos puros de microorganismos aislados a través de su habitad natural como plantas, suelos, materia orgánica, entre otros ambientes con las mismas características.

2.3.11 Hongo

Cañedo & Ames (2004) mencionan que es un ser vivo saprofito, que se reproduce por esporas, vive como parásito, en simbiosis o sobre materias orgánicas en descomposición.

2.3.12 Antagonista

Hernández et al. (2007) indican que son agentes de control biológico empleados para tratar diferentes enfermedades de interés en variados cultivos.

2.3.13 Medio de cultivo

Agrios (2005) señala que es un medio artificial diseñado para el crecimiento y desarrollo de microorganismos y/o tejidos vegetales en condiciones óptimas

III. HIPOTESIS Y VARIABLES

3.1 Hipótesis

3.1.1 Hipótesis General

Existe compatibilidad entre las cepas de *Trichoderma* con los agroquímicos convencionales empleados en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch) en Cañete.

3.1.2 Hipótesis Especificas

H. E1: Los pesticidas sintéticos empleados en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch) tienen efecto en el crecimiento micelial de las cepas de *Trichoderma.*

H. E2: Los fertilizantes inorgánicos empleados en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch) tienen efecto en el crecimiento micelial de las cepas de *Trichoderma.*

3.2 Definición de variables

3.2.1 Variable Independiente

VI 1: Pesticidas convencionales: Se determinó in vitro, la compatibilidad de las cepas de *Trichoderma* con 4 tipos de pesticidas sintéticos (insecticidas, acaricidas, fungicidas y herbicidas) aplicados en fresa.

VI 2: Fertilizantes inorgánicos: Se determinó in vitro, la compatibilidad de las cepas de *Trichoderma* con 5 fertilizantes inorgánicos (nitrato de amonio, fosfato de amoniaco, sulfato de potasio, calcio, zinc) aplicados en fresa.

VI: Cepas de *Trichoderma*: Se determinó la compatibilidad de 6 cepas de *Trichoderma* con agroquímicos convencionales aplicados en el cultivo de fresa.

3.2.2 Variable Dependiente

VD 1: Crecimiento micelial de cepas de *Trichoderma* con pesticidas sintéticos: Se determinó la tasa de crecimiento, porcentaje de crecimiento, porcentaje de inhibición micelial y compatibilidad de las cepas de *Trichoderma* en medios de cultivo más pesticidas sintéticos aplicados en fresa.

VD 2: Crecimiento micelial de cepas de *Trichoderma* con fertilizantes inorgánicos: Se determinó la tasa de crecimiento, porcentaje de crecimiento, porcentaje de inhibición micelial y compatibilidad de las cepas de *Trichoderma* en medios de cultivo más fertilizantes inorgánicos aplicados en fresa.

3.3 Operacionalización de las variables

Tabla 2

Matriz de Operacionalización de las Variables

Variables	Indicadores		Índices	
Variable independiente				
	Insecticida:	**Nombre comercial**	**Dosis:**	
	Permetrina	Warrior® 50 EC	0.15 l/cil	
	Fipronilo	Xipronil 20 SC	0.15 l/cil	
	Emamectin benzoate + Lufenuron	Kieto® 150 WG	0.1 kg/cil	
	Emamectin Benzoato	Coloso® 50 SG	0.1 kg/cil	
	Imidacloprid	Lancer®	0.1 l/cil	
	Acaricida:	**Nombre comercial**	**Dosis:**	
	Abamectina	Bamectin® 1,8 EC	0.1 l/cil	
	Spiromesifen + Abamectina	Oberon®	0.15 l/cil	
	Bifenazate	Acramite 480 SC	0.2 l/cil	
	Fungicida:	**Nombre comercial**	**Dosis:**	
Pesticidas sintéticos	Fluopiram + Tebuconazol	Luna® Experience	0.1 l/cil	
	Azoxystrobin + Difenoconazole	Amistar ® Top	0.1 l/cil	
	Boscalid + Pyraclostrobin	Owner® 380 WG	0.25 kg/cil	
	Azufre	Pantera Mojable	0.5 kg/cil	
	Cyprodinil + Fludioxonil	Switch® 62.5 WG	0.1 kg/cil	
	Metalaxil	Fitoklin®	0.25 kg/cil	
	Fludioxonil	L-Especialista®	0.2 l/cil	
	Pirimetanil	Scala 40 SC	0.2 l/cil	
	Boscalid	Boscalid 50% WG	0.24 g/cil	
	Isofetamid	Kryor 400 SC	0.5 l/cil	
	Fenhexamid	Teldor 50 PM	0.37 l/cil	
	Hymexazol	T-Rex® 360 SL	0.3 l/cil	
	Herbicida:		**Dosis:**	
	Glifosato Granulado		1.0 kg/cil	
Fertilizantes inorgánicos			**Dosis:**	
	Nitrato de amonio		50%:	46.25 g/cil
			100%:	93.75 g/cil
			150%:	140 g/cil
	Fosfato de amoniaco		50%:	26.25 g/cil
			100%:	51.25 g/cil
			150%:	77.25 g/cil
	Sulfato de potasio		50%:	28.75 g/cil
			100%	57.5 g/cil

		150%: 86.25 g/cil
	Calcio	2.0 l/cil
	Zinc	1.0 l/cil
Cepas de *Trichoderma*	Cepa Nº1	-
	Cepa Nº2	-
	Cepa Nº3	-
	Trichoderma harzianum	-
	Trichoderma viride	-
	Trichoderma asperellum	-
Variable dependiente		
Crecimiento micelial de cepas de *Trichoderma* con pesticidas sintéticos	Tasa de crecimiento de las cepas de *Trichoderma*	mm
	Porcentaje de crecimiento de las cepas de *Trichoderma*	%
	Inhibición micelial de las cepas de *Trichoderma*	%
	Compatibilidad de las cepas de *Trichoderma*	Escala de compatibilidad
Crecimiento micelial de cepas de *Trichoderma* con fertilizantes sintéticos	Tasa de crecimiento de las cepas de *Trichoderma*	mm
	Porcentaje de crecimiento de las cepas de *Trichoderma*	%
	Inhibición micelial de las cepas de *Trichoderma*	%
	Compatibilidad de las cepas de *Trichoderma*	Escala de compatibilidad

Nota: Elaboración propia (2025)

IV. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Tipo de investigación

El presente estudio se enmarcó dentro de un enfoque cuantitativo, de tipo experimental y aplicado, dado que se manipularon factores bajo condiciones controladas de laboratorio, con el fin de evaluar la compatibilidad de cepas de *Trichoderma* frente a agroquímicos convencionales empleados en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.).

4.2 Diseño de investigación

Se utilizó un Diseño factorial en arreglo DCA, ya que cada combinación de factores fue asignada aleatoriamente a las unidades experimentales, garantizando la independencia de los tratamientos. Los factores evaluados fueron los siguientes:

Factor A (Cepas de *Trichoderma*): Seis cepas, de las cuales tres fueron comerciales (*T. viride*, *T. harzianum* y *T. asperellum*) y tres autóctonas (*T. asperellum* HE-ART-118, *T. asperellum* HE-ART-161 y *T. asperellum* HEVH-32), previamente aisladas y caracterizadas por su capacidad antagonista.

Factor B (Agroquímicos convencionales):

Ensayo 1: 8 insecticidas (Permetrina, Fipronilo, Emamectin benzoate + Lufenuron, Emamectin Benzoato e Imidacloprid).

Ensayo 2: acaricidas (Abamectina, Spiromesifen + Abamectin, Bifenazate).

Ensayo 3: 12 fungicidas (Fluopiram + Tebuconazol, Azoxystrobin + Difenoconazole, Boscalid + Pyraclostrobin, Azufre, Cyprodinil + Fludioxonil, Metalaxil, Fludioxonil, Pirimetanil,

Boscalid, Isofetamid, Fenhexamid, Hymexazol).

Ensayo 4: 1 herbicida (Glifosato).

Ensayo 5: 11 fertilizantes (Nitrato de amonio, Fosfato de amonio, Sulfato de potasio, Calcio y Zinc) evaluados en distintas concentraciones

Cada ensayo se ejecutó de forma independiente, manteniendo el mismo número de cepas, repeticiones y condiciones experimentales.

4.2.2 Número total de tratamientos

El número total de tratamientos por ensayo se calculó mediante la siguiente expresión factorial:

$$\mathbf{T=A\times B}$$

Donde:

a= 6 (cepas de *Trichoderma*)

b= Agroquímico

Por tanto:

Ensayo 1 (Insecticidas) T=6×5= 30 tratamientos.

Ensayo 2 (Acaricidas) T=6x3=18 tratamientos.

Ensayo 3 (Fungicida) T=6x12= 72 tratamientos.

Ensayo 4 (Herbicida) T=6x1= 6 tratamientos.

Ensayo 5 (Fertilizantes): T=6×11= 66 tratamientos.

Cada tratamiento se repitió **tres veces (r = 3)**, obteniéndose un total de unidades experimentales según:

$$\mathbf{N=T\times R}$$

Por tanto:

Ensayo 1 (Insecticidas) N=30x3= 90 tratamientos.

Ensayo 2 (Acaricidas) N=18x3= 54 tratamientos.

Ensayo 3 (Fungicida) N=72x3= 216 tratamientos.

Ensayo 4 (Herbicida) N=6x3= 18 tratamientos.

Ensayo 5 (Fertilizantes) N=66x3= 198 tratamientos.

4.2.3 Unidad experimental

Se consideró como unidad experimental una caja de Petri de 90 mm de diámetro conteniendo medio de cultivo PDA (Papa Dextrosa Agar), en la cual se inoculó un disco de 5 mm de micelio activo de la cepa correspondiente de *Trichoderma*. Cada caja se mantuvo en condiciones controladas de laboratorio hasta completar el periodo de evaluación.

4.2.4 Condiciones experimentales

Los ensayos se realizaron bajo condiciones controladas de laboratorio, manteniendo una temperatura de 25 ± 2 °C, una humedad relativa de 70 ± 5 % y un fotoperiodo natural. Estas condiciones se conservaron constantes durante todo el periodo experimental, garantizando

la homogeneidad ambiental necesaria para la aplicación del Diseño Completamente al Azar (DCA).

4.2.5 Modelos estadísticos

El análisis estadístico de los datos se basó en modelos aditivos lineales correspondientes a un Diseño factorial con arreglo DCA para los ensayos 1 (insecticidas), 2 (Acaricidas), 3 (Fungicidas) y 5 (Fertilizantes) se expresó como:

$$Yijk=\mu+Ai+Bj+(AB)ij+\varepsilon ijk$$

donde:

Yijk: valor observado de la variable dependiente para la i-ésima cepa, j-ésimo pesticida (insecticida, acaricida, fungicida y fertilizantes) y k-ésima repetición;

μ: media general del experimento;

Ai: efecto del i-ésimo nivel del factor A;

Bj: efecto del j-ésimo nivel del factor B;

(AB)ij: efecto de la interacción entre cepas y pesticidas;

εijk: error experimental aleatorio, asumido como $\varepsilon ijk \sim N(0, \sigma 2)$. •

El modelo estadístico para el ensayo 5, se realizó mediante un Diseño Completamente al Azar (DCA), correspondiente a las seis cepas de *Trichoderma* expuestas a la aplicación del herbicida glifosato. Cada cepa constituyó un tratamiento, con tres repeticiones por tratamiento.

El modelo lineal aditivo utilizado fue:

$$Yij=\mu+Hi+\varepsilon ij$$

donde:

Yij: valor observado de la variable dependiente para la i-ésima cepa;

μ: media general del experimento;

Hi: efecto del tratamiento, correspondiente a la cepa de *Trichoderma* evaluada frente al herbicida;

εij: error experimental aleatorio, asumido como $\varepsilon ij \sim N(0, \sigma 2)$.

El análisis se realizó mediante ANOVA con un nivel de significancia de $\alpha=0.05$.

4.3 Método de investigación

Explicativo, pues buscó establecer relaciones de causalidad entre los factores evaluados, determinando cómo los agroquímicos influyen en el crecimiento y desarrollo de las cepas de *Trichoderma*. Asimismo, fue de tipo experimental in vitro, al realizarse bajo condiciones controladas de laboratorio que permitieron aislar los efectos de los tratamientos sobre las variables de respuesta.

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 *Trichoderma* que existen en el cultivo de fresa.

4.4.2 Muestra

En la presente investigación la muestra estuvo conformada por 6 cepas de *Trichoderma* (cepa nº1, cepa nº2, cepa nº3, *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma viride*, *Trichoderma asperellum*) donde se determinó su compatibilidad con los agroquímicos convencionales aplicados en fresa (*Fragaria x ananassa* Duch).

4.5 Lugar de estudio

El trabajo de investigación se ejecutó en laboratorio de control microbiológico de microbiología agrícola del centro de internacional de investigación para la sustentabilidad (CIIS) perteneciente a la Universidad Nacional de Cañete, sede Lunahuaná, geográficamente y políticamente ubicado en las siguientes coordenadas.

4.5.1. Coordenadas

Este (X): 376,952 m

Norte (Y): 8,567,014 m

Altitud: 470 m s. n. m

4.5.2. Ubicación Política del Experimento

Departamento: Lima

Provincia: Cañete

Distrito: Lunahuaná

4.6 Procedimiento de la Investigación

4.6.1 Cepas de Trichoderma

En la tabla 3 se presentan las 6 cepas del género Trichoderma las cuales fueron empleadas en este estudio, estas fueron proporcionadas por el laboratorio de Sanidad Vegetal de la Universidad Nacional de Cañete, las cuales se mantienen conservadas en tubos de ensayo con papa dextros agar (PDA) a una temperatura de 5°C. Para la reactivación de las cepas (3 cepas 46 comerciales y 3 cepas autóctonas), se extrajo de los tubos de ensayo un pequeño trozo de medio de cultivo conteniendo el micelio del hongo y se sembró en placas Petri con medio PDA. Estas fueron puestas en la incubadora a 25°C por siete días, pasado estos días se multiplicaron en placas Petri con medio PDA para los posteriores ensayos.

Tabla 3

Descripción de aislados de Trichoderma

Genero	Código cepa	Especie	Denominación
Trichoderma	TV-C	*Trichoderma viride*	Comercial
	TH-C	*Trichoderma harzianum*	Comercial
	TA-C	*Trichoderma asperellum*	Comercial
	HE-ART-118	*Trichoderma asperellum*	Autóctona
	HE-ART-161	*Trichoderma asperellum*	Autóctona
	HEVH-32	*Trichoderma asperellum*	Autóctona

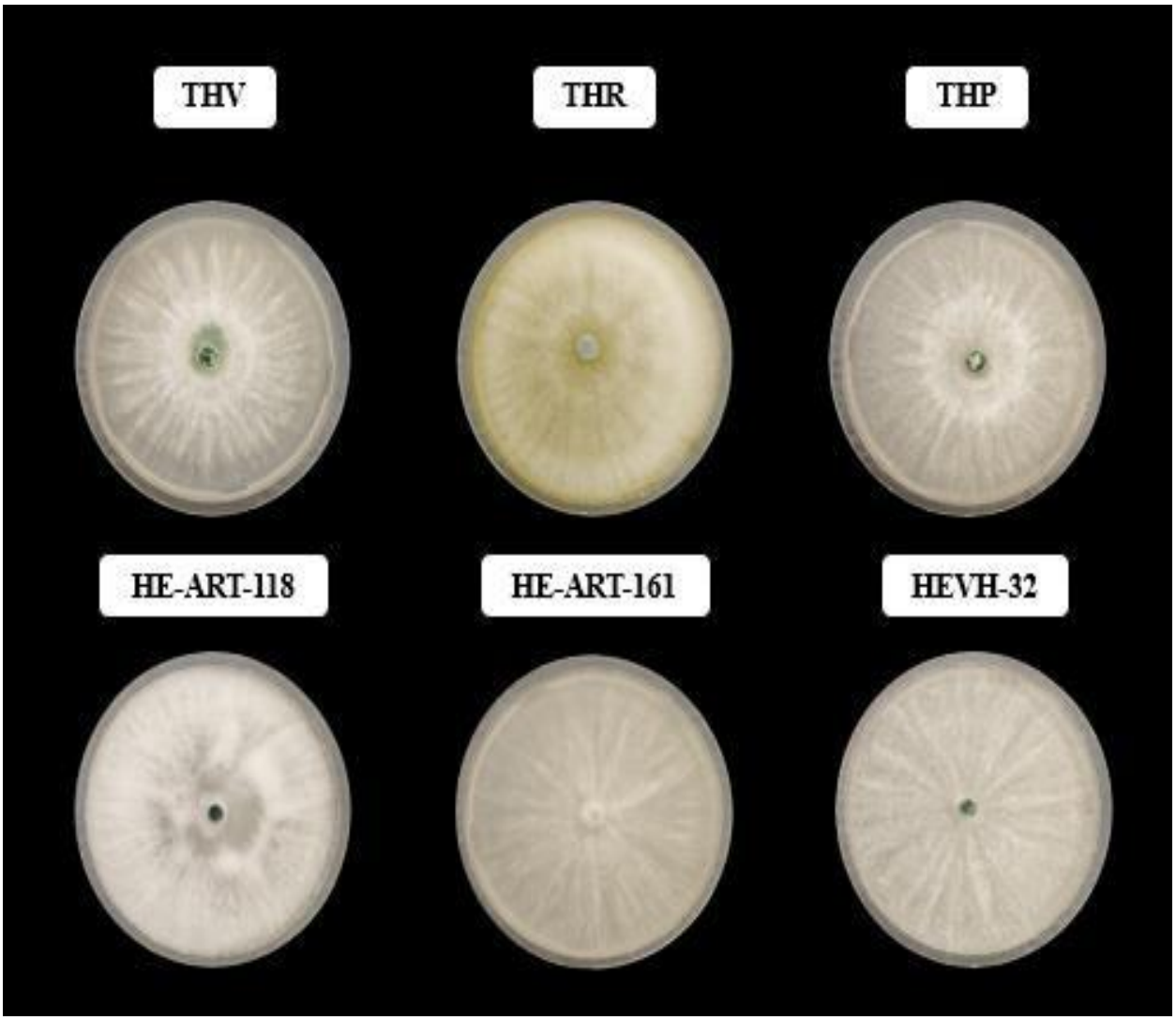
Nota: Especies, códigos y denominaciones de origen de los aislados de *Trichoderma* empleados en la investigación. Elaboración propia (2025)

4.6.2 Reactivación de aislados de Trichoderma

Para la presente investigación se emplearon 6 cepas del género Trichoderma, 3 especies autóctonas y tres especies comerciales las cuales se muestran en la figura 5. Estas fueron reactivadas en placas Petri conteniendo medio de cultivo PDA y se incubaron a una temperatura de 25° C por 7 días.

Figura 5

Cepas del género Trichoderma



Nota: En la parte superior se encuentran codificados las tres especies comerciales de *Trichoderma*, mientras que en la parte inferior se encuentran codificados las tres especies autóctonas de *Trichoderma* empleados en la investigación. Elaboración propia (2025).

4.6.3 Agroquímicos y dosis evaluadas

En este estudio se determinó la compatibilidad de 6 cepas de *Trichoderma* con dos grupos de agroquímicos aplicados en el cultivo de fresa, los cuales comprendían pesticidas sintéticos y fertilizantes inorgánicos, las dosis aplicadas corresponden a las dosis recomendadas por el fabricante, en la tabla 4 se presentan minuciosamente los agroquímicos empleados.

Tabla 4

Características de los agroquímicos empleados en el cultivo de fresa

Agroquímicos empleados en el cultivo de fresa				
	Insecticida:		**Dosis**	**Dosis para 360 ml empleada en el estudio**
	Permetrina		0.15 l/cil	270 ul
	Fipronilo		0.15 l/cil	270 ul
	Emamectin benzoate + Lufenuron		0.1 kg/cil	0.18 g
	Emamectin Benzoato		0.1 kg/cil	0.18 g
	Imidacloprid		0.1 l/cil	180 ul
	Acaricida:		**Dosis:**	**Dosis para 360 ml empleada en el estudio**
	Abamectina		0.1 l/cil	180 ul
	Spiromesifen + Abamectina		0.15 l/cil	270 ul
	Bifenazate		0.2 l/cil	360 ul
	Fungicida:		**Dosis:**	**Dosis para 360 ml empleada en el estudio**
Pesticidas sintéticos	Fluopiram + Tebuconazol		0.1 l/cil	180ul
	Azoxystrobin + Difenoconazole		0.1 l/cil	180ul
	Boscalid + Pyraclostrobin		0.25 kg/cil	0.45g
	Azufre		0.5 kg/cil	0.9g
	Cyprodinil + Fludioxonil		0.1 kg/cil	0.18g
	Metalaxil		0.25 kg/cil	0.45g
	Fludioxonil		0.2 l/cil	480ul
	Pirimetanil		0.2 l/cil	480ul
	Boscalid		0.24 g/cil	0.6g
	Isofetamid		0.5 l/cil	1200ul
	Fenhexamid		0.37 l/cil	888ul
	Hymexazol		0.3 l/cil	540ul
	Herbicida:		**Dosis:**	**Dosis para 360 ml empleada en el estudio**
	Glifosato Granulado		1.0 kg/cil	1.8 g
			Dosis:	**Dosis para 360 ml empleada en el estudio**
	Nitrato de amonio	50%:	46.25 g/cil	83.25 mg
		100%:	93.75 g/cil	168.75 mg
		150%:	140 g/cil	252 mg
	Fosfato de amoniaco	50%:	26.25 g/cil	47.25 mg

Fertilizantes inorgánicos	**Sulfato de potasio**	100%: 51.25 g/cil	92.25 mg
		150%: 77.25 g/cil	139.05 mg
		50%: 28.75 g/cil	51.75 mg
		100% 57.5 g/cil	103.5 mg
		150%: 86.25 g/cil	155.25 mg
	Calcio	2.0 l/cil	3.6 ml
	Zinc	1.0 l/cil	1.8 ml

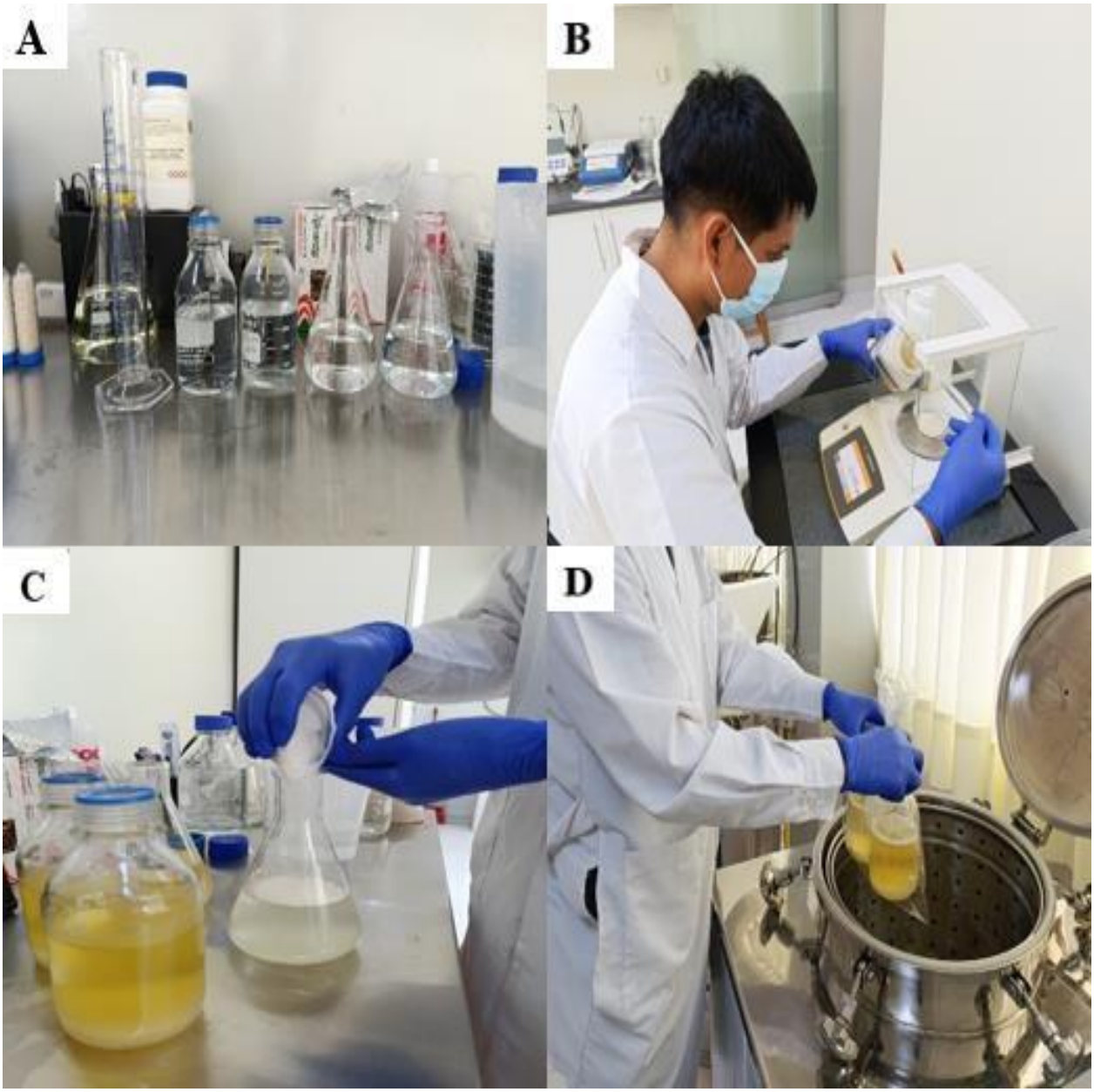
Nota: Tabla detallada de la clasificación del agroquímico, el ingrediente activo del producto y la dosis recomendada para el cultivo de fresa. Elaboración propia (2025).

4.6.4 Preparación de medio de cultivo más agroquímico

Para el desarrollo de las pruebas se preparó medio de cultivo PDA + agroquímico. En la tabla 4 se muestran las dosis empleadas por cada plaguicida y fertilizantes. Para ello se empleó medio de cultivo PDA (para 1 litro de medio se ocupó 39g de medio PDA), una vez obtenido el medio de cultivo preparado, se llevó a la autoclave a 121°C por 20 minutos (Figura 6). Posteriormente a ello se procedió a pesar los agroquímicos en las dosis recomendadas, con el empleo de una balanza analítica y materiales estériles como papel aluminio y espátulas. Encontrándose el medio de cultivo líquido una vez estéril, se mantuvo a una temperatura de 50 ºC en baño maría. Dentro de una cabina de flujo laminar se le adicionó al medio de cultivo la respectiva dosis de los agroquímicos. Se colocó sobre un termo agitador orbital hasta que el agroquímico y el medio se homogenicen completamente, luego fueron vertidas sobre placas petri en medidas de 15 ml de medio + agroquímico por placa (Figura 7)

Figura 6

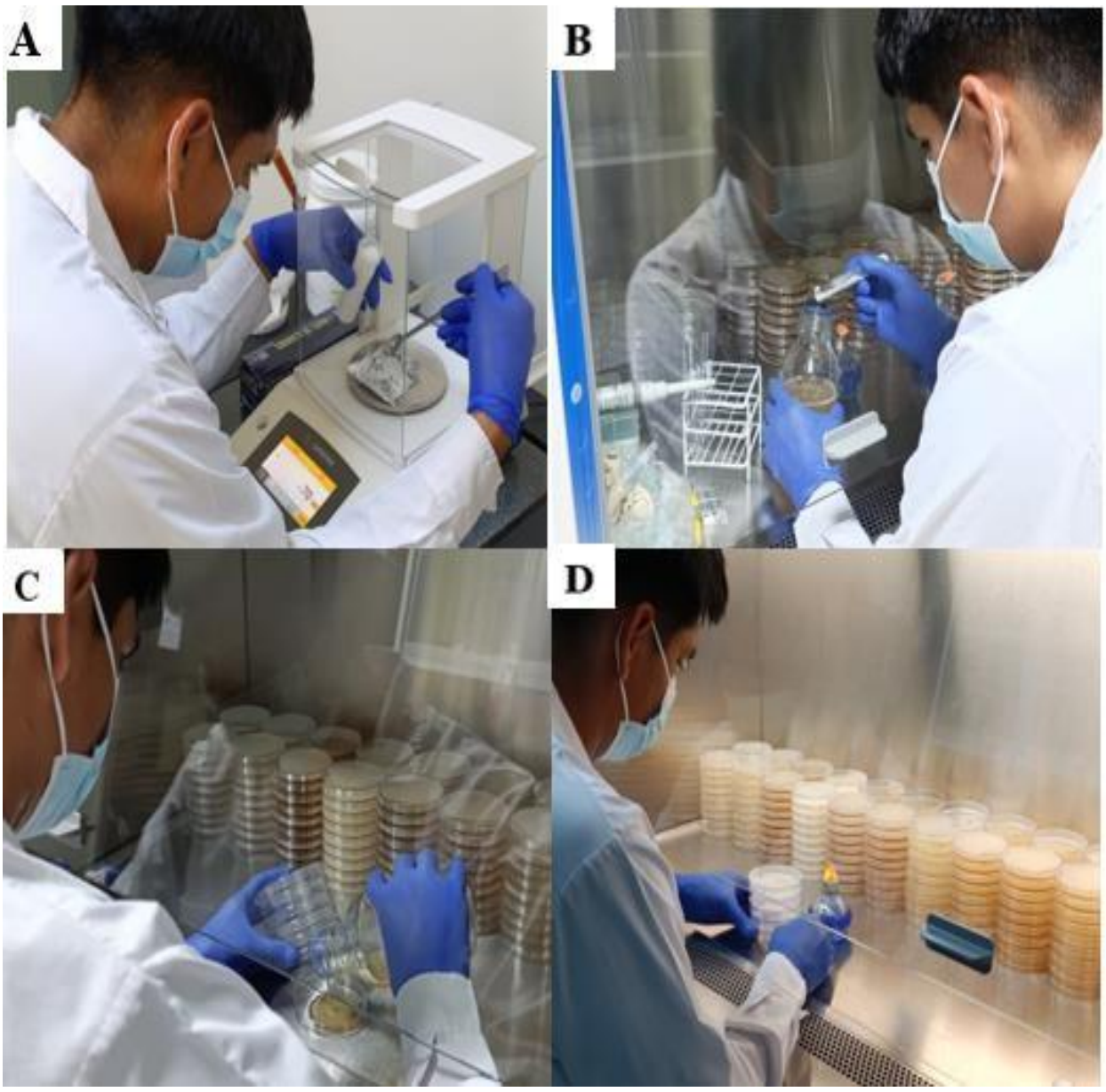
Preparación del medio de cultivo empleado en la investigación



Nota: En la preparación de medio de cultivo PDA. **A:** materiales empleados en la preparación de medio de cultivo. **B:** pesado del medio de cultivo empleando una balanza analítica. **C:** Agregación y homogenización del medio de cultivo olido con agua. **D:** Esterilización de cultivo puesto en una autoclave a 121°C por 20 minutos.

Figura 7

Preparación de medio de cultivo + agroquímico, dispuesto en placas empleados en la investigación



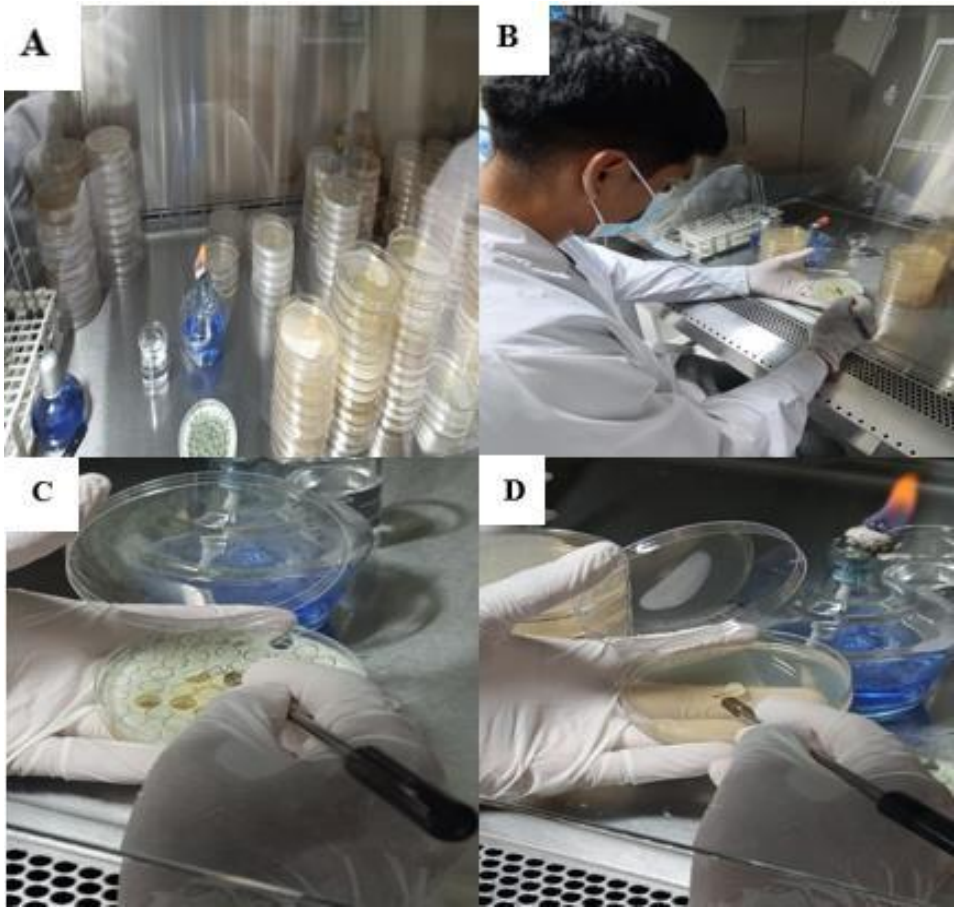
Nota: En la preparación de medio de cultivo PDA + agroquímico. **A:** Pesado de agroquímicos en balanza analítica. **B:** Homogenización de medio de cultivo PDA + agroquímico. **C:** Dispersión de medio de cultivo + agroquímico en placas Petri (90x15mm). **D:** Solidificación de medio de cultivo PDA + agroquímico.

4.6.5 Prueba de compatibilidad de los aislados de Trichoderma con agroquímicos convencionales empleados en el cultivo de fresa

Para las pruebas de compatibilidad, dentro de una cabina de flujo laminar se extrajo discos de 5mm de *Trichoderma* (con un sacabocado) y se colocó en la parte central de la placa Petri (90x15mm) conteniendo medio PDA + agroquímico (Figura 8), para luego ser rotulado, sellado con Parafilm e incubado a 25°C por 8 días (hasta que los testigos alcanzaron la colonización la placa en su totalidad). Por cada aislado de *Trichoderma* se realizó tres repeticiones.

Figura 8

Siembra de cepas de Trichoderma sobre medio de cultivo PDA + agroquímico



Nota: Siembra de cepas de *Trichoderma* sobre medio de cultivo PDA + agroquímico. **A:** Placas petri con medio PDA + agroquímico. B y C: Extracción de disco de 5mm de *Trichoderma* con un sacabocado. **D:** Colocado del disco de *Trichoderma* en la parte media de la placa petri con medio de cultivo PDA + agroquímico.

4.6.6 Parámetros de evaluación

4.6.6.1 Tasa de crecimientos de las cepas de *Trichoderma*. Con la ayuda de un vernier digital se tomó medidas del crecimiento radial de la colonia (mm) de *Trichoderma* en medio PDA + agroquímico, esto se realizó después de que los testigos han colonizado completamente las placas.

4.6.6.2 Inhibición micelial de las cepas de *Trichoderma.* El porcentaje de inhibición fue determinado mediante la fórmula utilizada por Asef et al. (2008):

$$PI = (\frac{C - T}{C})x\ 100$$

Donde:

PI: Porcentaje de inhibición

C: Diámetro del crecimiento de la colonia testigo

T: Diámetro del crecimiento de la colonia tratamiento

4.6.6.3 Escala de compatibilidad. Para clasificar la compatibilidad entre los Agroquímicos evaluados y las cepas de *Trichoderma*, se utilizó la escala propuesta por Fernández et al. (2021), la cual establece cuatro niveles:

• **Compatible (+++),** cuando el crecimiento del hongo es mayor al 60 % o igual al crecimiento del testigo.

• **Medianamente compatible (++),** cuando el crecimiento alcanza entre el 40 al 60 % aproximadamente del testigo.

• **Ligeramente compatible (+),** cuando el crecimiento se encuentra entre el 20 al 40 %.

• **Incompatible (-),** cuando el crecimiento es menor al < 20 %.

Esta clasificación fue aplicada a las variables (tasa de crecimiento, porcentaje de crecimiento) para determinar el nivel de compatibilidad de cada agroquímico con las cepas evaluadas.

4.7 Técnica e instrumentos para la recolección de datos

4.7.1 Técnica estadística

Los datos obtenidos en la evaluación del crecimiento micelial de las cepas de *Trichoderma* fueron procesados mediante técnicas de estadística descriptiva e inferencial. Para el análisis de los datos, se empleó inicialmente un análisis exploratorio, seguido de la verificación de los supuestos

de normalidad y homogeneidad de varianzas mediante las pruebas de Shapiro-Wilk y Levene, respectivamente.

En los casos en que los datos cumplieron dichos supuestos, se aplicó un Análisis de Varianza (ANOVA) con un nivel de confianza del 95% ($\alpha = 0,05$). Cuando se detectaron diferencias significativas entre tratamientos, se realizó la prueba de comparación múltiple de Tukey HSD ($p \leq 0,05$) para la separación de medias.

En aquellos casos en que los datos no cumplieron los supuestos estadísticos, incluso después de la transformación correspondiente, se emplearon métodos no paramétricos, aplicando la prueba de Kruskal–Wallis para la comparación de medianas entre tratamientos independientes. Asimismo, se utilizó la prueba de Dunn con corrección de Bonferroni para las comparaciones múltiples.

El procesamiento y análisis de los datos se realizó utilizando los programas estadísticos InfoStat versión 2023, Minitab versión 2017 y SPSS versión 25.

4.7.2 Descripción del área experimental

El presente estudio se desarrolló en condiciones de laboratorio, en las instalaciones del Centro Internacional de Investigación para la Sustentabilidad (CIIS) de la Universidad Nacional de Cañete, ubicado en el distrito de Lunahuaná, provincia de Cañete, región Lima – Perú.

El experimento se llevó a cabo en un ambiente controlado, adecuado para el crecimiento de microorganismos, donde se trabajó con medios de cultivo preparados en placas Petri, permitiendo evaluar el desarrollo micelial de las cepas de *Trichoderma* en presencia de diferentes agroquímicos.

Las condiciones ambientales del laboratorio (temperatura, humedad y asepsia) fueron controladas para garantizar la confiabilidad de los resultados experimentales.

4.7.3 Descripción de los tratamientos

Los tratamientos evaluados estuvieron constituidos por la combinación de diferentes cepas de *Trichoderma* con agroquímicos convencionales empleados en el cultivo de fresa, incluyendo insecticidas, acaricidas, fungicidas, herbicidas y fertilizantes inorgánicos.

Cada tratamiento consistió en la incorporación del agroquímico correspondiente en el medio de cultivo (PDA), sobre el cual se inocularon las cepas de *Trichoderma*. Se incluyó un tratamiento testigo (control), correspondiente al crecimiento del hongo en medio de cultivo sin la adición de agroquímicos.

Las evaluaciones se realizaron en función de variables como:

- Tasa de crecimiento micelial
- Porcentaje de crecimiento
- Porcentaje de inhibición
- Compatibilidad

El diseño experimental permitió comparar el efecto de cada agroquímico sobre las diferentes cepas evaluadas.

4.7.4 Técnica e instrumento de recolección de datos

La recolección de datos se realizó mediante la observación directa y medición del crecimiento micelial de las cepas de *Trichoderma* en placas de Petri. La información fue registrada en fichas de evaluación diseñadas para cada tratamiento.

Como instrumentos de medición se emplearon:

- Vernier digital, para medir el diámetro del crecimiento micelial
- Placas Petri con medio de cultivo PDA
- Materiales de laboratorio para condiciones asépticas

Las evaluaciones se realizaron de manera periódica, registrando el crecimiento del hongo en intervalos de tiempo definidos, lo que permitió obtener información ordenada y precisa para su posterior análisis estadístico.

4.8 Análisis y procesamiento de datos

Los datos obtenidos de las variables dependientes: crecimiento micelial (mm/día), porcentaje de crecimiento (%), e inhibición porcentual del crecimiento micelial (%), fueron inicialmente organizados en hojas de cálculo de Microsoft Excel 2019 y posteriormente analizados mediante los programas InfoStat y Minitab versión 2017, de acuerdo con los procedimientos estadísticos establecidos para experimentos factoriales en laboratorio.

Debido a que las variables de respuesta se expresan en porcentajes, se aplicó la transformación de la raíz cuadrada del arco seno [arcsen(√p)], con el propósito de estabilizar las varianzas y aproximar los datos a la distribución normal, siguiendo la recomendación metodológica de Gómez & Gómez (1984).

4.8.1 Verificación de supuestos

Previo al análisis inferencial, se verificaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. La normalidad de los datos se evaluó mediante la prueba de Shapiro Wilk, mientras que la homogeneidad de varianzas se comprobó con la prueba de Levene.

4.8.2 Modelos estadísticos

Cuando los datos transformados cumplieron los supuestos de normalidad y homogeneidad, se realizó un Análisis de Varianza (ANOVA) bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial, considerando los siguientes factores:

Factor A: Cepas de *Trichoderma* (6 niveles).

Factor B: Agroquímicos evaluados.

Los experimentos comprendieron:

Ensayo 1 comprendió 5 Insecticidas.

Ensayo 2 comprendió 3 Acaricidas.

Ensayo 3 comprendió 12 Fungicidas.

Ensayo 4 comprendió 1 Herbicida.

Ensayo 5 comprendió 11 Fertilizantes.

En los casos en que los supuestos no se cumplieron, incluso después de la transformación, se recurrió a modelos no paramétricos, aplicando la prueba de Kruskal–Wallis para comparar las medianas entre tratamientos independientes.

Cuando se detectaron diferencias significativas, las comparaciones múltiples se realizaron mediante la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$).

4.8.3 Comparaciones múltiples

Las diferencias significativas entre tratamientos se determinaron mediante: Prueba de Tukey HSD ($\alpha = 0.05$) en los análisis paramétricos (ANOVA). Prueba de Dunn con corrección de Bonferroni ($\alpha = 0.05$) en los análisis no paramétricos (Kruskal Wallis).

Los resultados se expresaron como medias o medianas según el tipo de análisis, y los grupos estadísticamente homogéneos se identificaron mediante letras superíndices, siguiendo el criterio de agrupamiento de las pruebas post hoc correspondientes.

Tabla 5

Resultados de la prueba de normalidad (Shapiro-Wilk) y homogeneidad de varianza (Levene) para las variables evaluadas según grupo de agroquímicos.

Variable de medida	Supuestos (Valor p)		
	Normalidad	**Homogeneidad de varianza**	**Prueba estadística aplicada**
Insecticidas			
Tasa de crecimiento (mm/días)	0.010*	0.437	Kruskal-Wallis
Porcentaje de Crecimiento (%)	0.010*	0.459	Kruskal-Wallis
Porcentaje de Inhibición (%)	0.010*	0.459	Kruskal-Wallis
Acaricidas			
Tasa de crecimiento (mm/días)	0.010*	0.006*	Kruskal-Wallis
Porcentaje de Crecimiento (%)	0.010*	0.008*	Kruskal-Wallis
Porcentaje de Inhibición (%)	0.010*	0.008*	Kruskal-Wallis
Fungicidas			
Tasa de crecimiento (mm/días)	0.010*	0.007*	Kruskal-Wallis
Porcentaje de Crecimiento (%)	0.010*	0.000*	Kruskal-Wallis
Porcentaje de Inhibición (%)	0.010	0.000*	Kruskal-Wallis
Herbicidas			
Tasa de crecimiento (mm/días)	0.100	0.624	ANOVA
Porcentaje de Crecimiento (%)	0.100	0.680	ANOVA
Porcentaje de Inhibición (%)	0.100	0.680	ANOVA
Fertilizantes			
Tasa de crecimiento (mm/días)	0.010*	0.000*	Kruskal-Wallis
Porcentaje de Crecimiento (%)	0.010*	0.046*	Kruskal-Wallis
Porcentaje de Inhibición (%)	0.010*	0.046*	Kruskal-Wallis

Nota: Los valores con asterisco (*) indican significancia estadística ($p < 0.05$). Esto demuestra que las variables no cumplieron el supuesto de normalidad (Shapiro-Wilk) ni homogeneidad de varianzas (Levene), por lo cual se aplicaron pruebas no paramétricas (Kruskal-Wallis.

IV. RESULTADOS

5.1 Efecto de pesticidas sintéticos empleados en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) sobre el crecimiento micelial de cepas de *Trichoderma* en condiciones in vitro.

5.1.1 Tasa de crecimiento de Trichoderma frente a diferentes insecticidas in vitro

Para la tasa de crecimiento se realizó la prueba no paramétrica de Kruskall Wallis a un nivel de significancia de 0.05 en el que el p-Valor 0.010 fue menor rechazando así la hipótesis nula, por ello se determinó que si existe diferencias significativas entre los tratamientos lo cual se corrobora en la tabla 6.

A su vez se muestra las comparaciones de las medias de los diferentes tratamientos según la prueba no paramétrica Kruskall Wallis donde tuvieron efectos significativos sobre la tasa de crecimiento de *Trichoderma* frente a diferentes insecticidas. Es importante destacar que el insecticida Imidacloprid mostro un efecto positivo en la tasa de crecimiento en todas las cepas, con un valor de 8.5 mm/día, en tanto, los insecticidas Emamectin Benzoato y Fipronilo mostraron una tasa de crecimiento de 6.01 a 8.5 mm/día en todas las cepas. En contraste, el uso de Permetrina evidenció baja tasa de crecimiento, siendo particularmente restrictiva sobre T. asperellum cepa HE-ART-118, con un crecimiento de apenas 2.36 (mm/día).

Tabla 6

Comparación de medias de la tasa de crecimiento (mm/día) de Trichoderma en presencia de insecticidas

Tratamientos	Medias	Mediana	
Permetrina *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	2.36	2.18	A
Permetrina (*T. asperellum* cepa HeVH-32)	3.87	3.84	B
Permetrina *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	4.67	4.94	C
Permetrina *(T. asperellum* cepa TA-C)	4.95	5.04	CD
Emamectin benzoato+Lefenuron (*T. asperellum* cepa HEVH-32)	4.97	5.02	CD
Emamectin benzoato+Lefenuron (*T. asperellum* cepa HE-ART-118)	5.24	5.26	CDE
Permetrina (*T. viride* cepa TV-C)	5.32	5.28	DE
Emamectin benzoato+Lefenuron (*T. viride* cepa TV-C)	5.41	5.44	DEF
Emamectin benzoato+Lefenuron (*T. asperellum* cepa TA-C)	5.77	5.96	EF

Permetrina (*T. harzianum* cepa TH-C)	5.81	5.76	EFG
Emamectin benzoato (*T. harzianum* cepa TH-C)	6.01	6.08	FG
Emamectin benzoato+Lefenuron (*T. asperellum* cepa HE-ART-161)	6.44	6.54	GH
Fipronilo (*T. harzianum* cepa TH-C)	6.85	6.98	HI
Emamectin benzoato+Lefenuron (*T. harzianum* cepa TH-C)	7.04	7.06	HI
Fipronilo (*T. viride* cepa TV-C)	7.18	7.26	I
Emamectin benzoato *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	8.5	8.5	J
Emamectin benzoato (*T. asperellum* cepa HE-ART-118)	8.5	8.5	J
Emamectin benzoato *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	8.5	8.5	J
Emamectin benzoato *(T. asperellum* cepa TA-C)	8.5	8.5	J
Emamectin benzoato (*T. viride* cepa TV-C)	8.5	8.5	J
Fipronilo (*T. asperellum* cepa HE-ART-118)	8.5	8.5	J
Fipronilo (*T. asperellum* cepa HE-ART-161)	8.5	8.5	J
Fipronilo (*T. asperellum* cepa HEVH-32)	8.5	8.5	J
Fipronilo (*T. asperellum* cepa TA-C)	8.5	8.5	J
Imidacloprid (*T. asperellum* cepa HE-ART-118)	8.5	8.5	J
Imidacloprid (*T. asperellum* cepa HE-ART-161)	8.5	8.5	J
Imidacloprid (*T. asperellum* cepa HEVH-32)	8.5	8.5	J
Imidacloprid (*T. asperellum* cepa TA-C)	8.5	8.5	J
Imidacloprid (*T. harzianum* cepa TH-C)	8.5	8.5	J
Imidacloprid (*T. viride* cepa TV-C)	8.5	8.5	J

Nota: Las letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05).

5.1.2 Porcentaje de crecimiento de Trichoderma frente a diferentes insecticidas in vitro

Para el análisis de esta variable se realizó la prueba no paramétrica de Kruskall Wallis a un nivel de significancia del 0.05, donde el p-Valor es menor (0.010) a 0.05 rechazando así la hipótesis nula resultando que si existe diferencias significativas la cual se corrobora en la tabla 7. Asimismo, se puede observar las comparaciones de las diferentes insecticidas y cepas de *Trichoderma* según la prueba no paramétrica de Kruskall Wallis, donde se muestra que el insecticida Imidacloprid presento un alto porcentaje de crecimiento en todas las cepas, permitiendo un valor de 100% de crecimiento, mientras que, Fipronilo y Emamectin Benzoato presentaron un alto porcentaje de crecimiento, al permitir un 70.75 % a 100% de crecimiento en todas las cepas evaluadas.

Por el contrario, los tratamientos con Permetrina mostraron un alto efecto fungitóxico, reduciendo drásticamente el crecimiento de *Trichoderma* en todas las cepas, siendo, *T. asperellum cepa HE-ART-118* y *T. asperellum* cepa HeVH-32, las que presentaron un menor porcentaje de crecimiento micelial con valores de 13.57% a 33.25%.

Tabla 7

Comparación de medias del porcentaje de crecimiento (%) de Trichoderma en presencia de insecticidas.

Tratamientos	Media	Mediana	
Permetrina *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	27.76	25.65	A
Permetrina (*T. asperellum* cepa HeVH-32)	45.57	45.18	B
Permetrina *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	54.98	58.12	C
Permetrina *(T. asperellum* cepa TA-C)	58.27	59.29	CD
Emamectin benzoato+Lefenuron (*T. asperellum* cepa HEVH-32)	58.51	59.06	CD
Emamectin benzoato+Lefenuron (*T. asperellum* cepa HE-ART-118)	61.65	61.88	CDE
Permetrina (*T. viride* cepa TV-C)	62.59	62.12	DE
Emamectin benzoato+Lefenuron (*T. viride* cepa TV-C)	63.69	64	DEF
Emamectin benzoato+Lefenuron (*T. asperellum* cepa TA-C)	67.92	70.12	EF
Permetrina (*T. harzianum* cepa TH-C)	68.39	67.76	EFG
Emamectin benzoato (*T. harzianum* cepa TH-C)	70.75	71.53	FG
Emamectin benzoato+Lefenuron (*T. asperellum* cepa HE-ART-161)	75.76	76.94	GH
Fipronilo (*T. harzianum* cepa TH-C)	80.55	82.12	HI
Emamectin benzoato+Lefenuron (*T. harzianum* cepa TH-C)	82.82	83.06	HI
Fipronilo (*T. viride* cepa TV-C)	84.47	85.41	I
Emamectin benzoato *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	100	100	J
Emamectin benzoato (*T. asperellum* cepa HE-ART-118)	100	100	J
Emamectin benzoato *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	100	100	J
Emamectin benzoato *(T. asperellum* cepa TA-C)	100	100	J
Emamectin benzoato (*T. viride* cepa TV-C)	100	100	J
Fipronilo (*T. asperellum* cepa HE-ART-118)	100	100	J
Fipronilo (*T. asperellum* cepa HE-ART-161)	100	100	J
Fipronilo (*T. asperellum* cepa HEVH-32)	100	100	J
Fipronilo (*T. asperellum* cepa TA-C)	100	100	J
Imidacloprid (*T. asperellum* cepa HE-ART-118)	100	100	J
Imidacloprid (*T. asperellum* cepa HE-ART-161)	100	100	J
Imidacloprid (*T. asperellum* cepa HEVH-32)	100	100	J
Imidacloprid (*T. asperellum* cepa TA-C)	100	100	J
Imidacloprid (*T. harzianum* cepa TH-C)	100	100	J
Imidacloprid (*T. viride* cepa TV-C)	100	100	J

Nota: Las letras distintas indican diferencias significativas ($p <= 0.05$).

5.1.3 Porcentaje de inhibición de Trichoderma **frente** *a diferentes insecticidas*

De igual forma para la variable porcentaje de inhibición se realizó la prueba no paramétrica de Kruskall Wallis, en el que el p-Valor 0.010 fue menor al nivel de significancia de 0.05, rechazando así la hipótesis nula, por ello se determinó que si existe diferencias significativas entre los tratamientos lo cual se observa en la tabla 8. Donde el tratamiento Permetrina (*T. asperellum* cepa HE-ART-118), registró el mayor porcentaje de inhibición con 72.23%, lo cual indica un efecto altamente inhibitorio sobre el desarrollo de las cepas. Por otro lado, los tratamientos con Imidacloprid, Fipronilo y Emamectin Benzoato no evidenciaron inhibición (0%) con lo que sugiere que no afectaron negativamente a las cepas evaluadas, con excepción de los tratamientos Fipronilo (*T. viride* cepa TV-C), Fipronilo (*T. harzianum* cepa TH-C), Emamectin benzoato (*T. harzianum* cepa TH-C).

Tabla 8

Comparación de medias del porcentaje de inhibición (%) de Trichoderma en presencia de insecticidas

Tratamientos	Media	Mediana	
Emamectin benzoato *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	0	A
Emamectin benzoato (*T. asperellum* cepa HE-ART-118)	0	0	A
Emamectin benzoato *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0	0	A
Emamectin benzoato *(T. asperellum* cepa TA-C)	0	0	A
Emamectin benzoato (*T. viride* cepa TV-C)	0	0	A
Fipronilo (*T. asperellum* cepa HE-ART-118)	0	0	A
Fipronilo (*T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0	0	A
Fipronilo (*T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	0	A
Fipronilo (*T. asperellum* cepa TA-C)	0	0	A
Imidacloprid (*T. asperellum* cepa HE-ART-118)	0	0	A
Imidacloprid (*T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0	0	A
Imidacloprid (*T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	0	A
Imidacloprid (*T. asperellum* cepa TA-C)	0	0	A
Imidacloprid (*T. harzianum* cepa TH-C)	0	0	A
Imidacloprid (*T. viride* cepa TV-C)	0	0	A
Fipronilo (*T. viride* cepa TV-C)	15.53	14.59	B
Emamectin benzoato+Lefenuron (*T. harzianum* cepa TH-C)	17.18	16.94	BC
Fipronilo (*T. harzianum* cepa TH-C)	19.45	17.88	BC

Emamectin benzoato+Lefenuron (*T. asperellum* cepa HE-ART-161)	24.24	23.06	CD
Emamectin benzoato (*T. harzianum* cepa TH-C)	29.26	28.47	DE
Permetrina (*T. harzianum* cepa TH-C)	31.61	32.24	DEF
Emamectin benzoato+Lefenuron (*T. asperellum* cepa TA-C)	32.08	29.88	EF
Emamectin benzoato+Lefenuron (*T. viride* cepa TV-C)	36.31	36	EFG
Permetrina (*T. viride* cepa TV-C)	37.41	37.88	FG
Emamectin benzoato+Lefenuron (*T. asperellum* cepa HE-ART-118)	38.35	38.12	FGH
Emamectin benzoato+Lefenuron (*T. asperellum* cepa HEVH-32)	41.49	40.94	GH
Permetrina *(T. asperellum* cepa TA-C)	41.73	40.71	GH
Permetrina *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	45.02	41.88	H
Permetrina (*T. asperellum* cepa HeVH-32)	54.43	54.82	I
Permetrina *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	72.23	74.35	J

Nota: Las letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05).

5.1.4 Compatibilidad de cepas de Trichoderma *frente a diferentes insecticidas in vitro*

Con base en los valores obtenidos para el porcentaje de crecimiento de las cepas de *Trichoderma.* frente a la aplicación de insecticidas sintéticos, se procedió a clasificar su compatibilidad utilizando la escala propuesta por Fernández et al. (2016), la cual considera cuatro niveles: compatible (+++), medianamente compatible (++), ligeramente compatible (+) e incompatible, los mismo que observan en la tabla 9.

Los resultados evidenciaron que los insecticidas Emamectin benzoato, Fipronilo, Imidacloprid y Emamectin benzoato+Lefenuron fueron clasificados como compatibles (+++) con valores de 61.5 a 100% de crecimiento micelial en todas las cepas excepto en el tratamiento Emamectin benzoato+Lefenuron (*T. asperellum* cepa HEVH-32) el cual fue clasificado como medianamente compatible (++) con un valor de 58.51 % de crecimiento.

Por otro lado, el tratamiento Abamectina (*T. harzianum* cepa TH-C) fue clasificado como incompatible, al presentar un crecimiento de solo 13.57 %. Este resultado demuestra una alta toxicidad del insecticida para *T. harzianum* cepa TH-C, todos los resultados de compatibilidad se contrastan en la figura 9.

Tabla 9

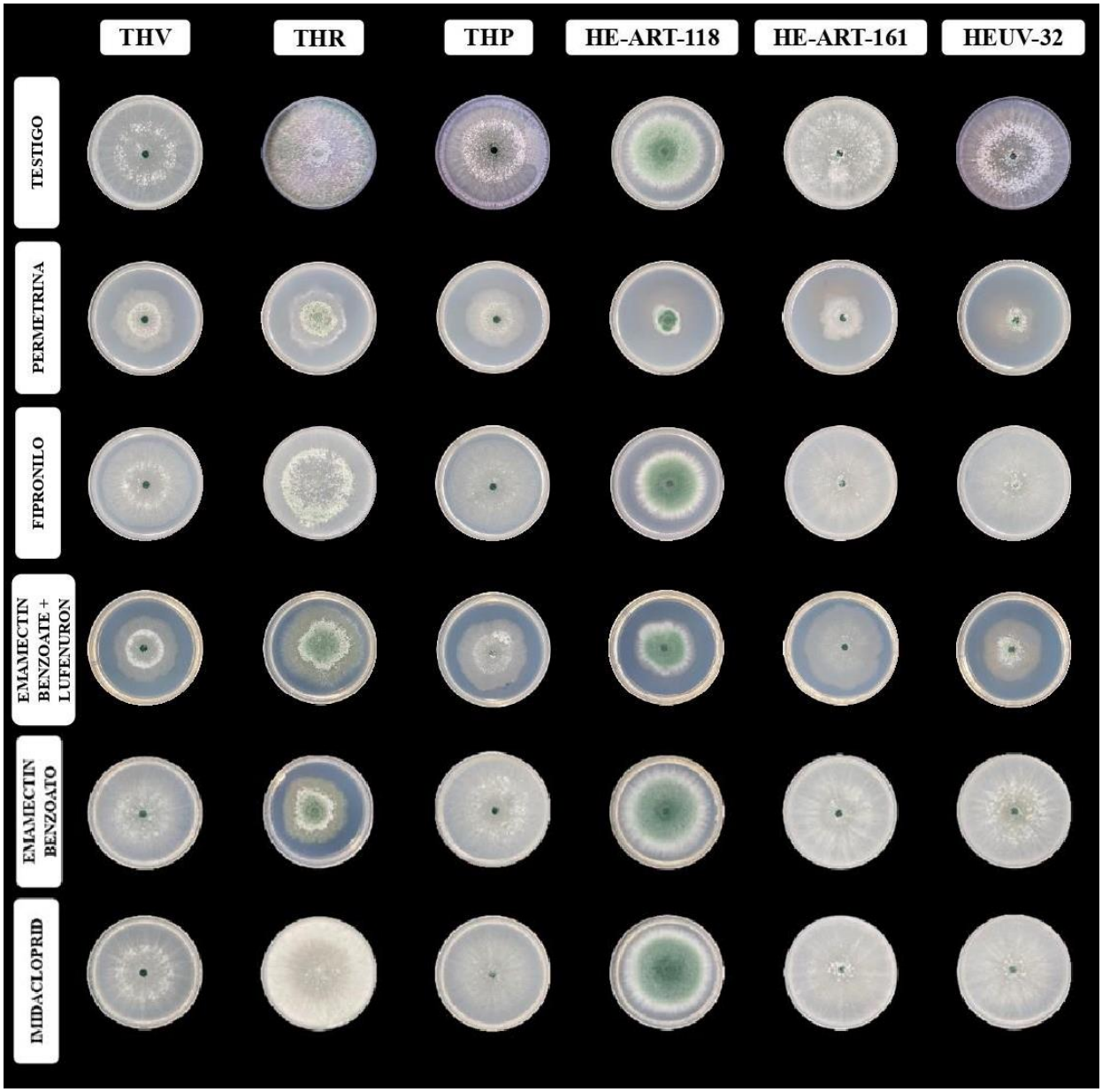
Clasificación de compatibilidad de cepas de Trichoderma frente a diferentes insecticidas

Tratamientos	Media	Escala de compatibilidad
Emamectin benzoato *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	100	Compatible (+++)
Emamectin benzoato (*T. asperellum* cepa HE-ART-118)	100	Compatible (+++)
Emamectin benzoato *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	100	Compatible (+++)
Emamectin benzoato *(T. asperellum* cepa TA-C)	100	Compatible (+++)
Emamectin benzoato (*T. viride* cepa TV-C)	100	Compatible (+++)
Fipronilo (*T. asperellum* cepa HE-ART-118)	100	Compatible (+++)
Fipronilo (*T. asperellum* cepa HE-ART-161)	100	Compatible (+++)
Fipronilo (*T. asperellum* cepa HEVH-32)	100	Compatible (+++)
Fipronilo (*T. asperellum* cepa TA-C)	100	Compatible (+++)
Imidacloprid (*T. asperellum* cepa HE-ART-118)	100	Compatible (+++)
Imidacloprid (*T. asperellum* cepa HE-ART-161)	100	Compatible (+++)
Imidacloprid (*T. asperellum* cepa HEVH-32)	100	Compatible (+++)
Imidacloprid (*T. asperellum* cepa TA-C)	100	Compatible (+++)
Imidacloprid (*T. harzianum* cepa TH-C)	100	Compatible (+++)
Imidacloprid (*T. viride* cepa TV-C)	100	Compatible (+++)
Fipronilo (*T. viride* cepa TV-C)	84.47	Compatible (+++)
Emamectin benzoato+Lefenuron (*T. harzianum* cepa TH-C)	82.82	Compatible (+++)
Fipronilo (*T. harzianum* cepa TH-C)	80.55	Compatible (+++)
Emamectin benzoato+Lefenuron (*T. asperellum* cepa HE-ART-161)	75.76	Compatible (+++)
Emamectin benzoato (*T. harzianum* cepa TH-C)	70.75	Compatible (+++)
Permetrina (*T. harzianum* cepa TH-C)	68.39	Compatible (+++)
Emamectin benzoato+Lefenuron (*T. asperellum* cepa TA-C)	67.92	Compatible (+++)
Emamectin benzoato+Lefenuron (*T. viride* cepa TV-C)	63.69	Compatible (+++)
Permetrina (*T. viride* cepa TV-C)	62.59	Compatible (+++)
Emamectin benzoato+Lefenuron (*T. asperellum* cepa HE-ART-118)	61.65	Compatible (+++)
Emamectin benzoato+Lefenuron (*T. asperellum* cepa HEVH-32)	58.51	Medianamente compatible (++)
Permetrina *(T. asperellum* cepa TA-C)	58.27	Medianamente compatible (++)
Permetrina *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	54.98	Medianamente compatible (++)
Permetrina (*T. asperellum* cepa HeVH-32)	45.57	Medianamente compatible (++)
Permetrina *(T. asperellum c*epa HE-ART-118)	27.76	Ligeramente compatible (+)

Nota: Compatible: +++, Medianamente compatible ++, ligeramente compatible +, incompatible –

Figura 9

Compatibilidad de Trichoderma en presencia de insecticidas in vitro.



Nota: Cepas: THV (comercial), THR (comercial), THP (comercial), HE-ART-118 (autóctona), HE-ART-161 (autóctona), HEUV-32 (autóctona). Elaboración propia (2025).

5.1.5 Tasa de crecimiento de Trichoderma frente a diferentes acaricidas in vitro

Para el análisis de la variable tasa de crecimiento de cepas de *Trichoderma* frente a diferentes acaricidas se realizó la prueba no paramétrica de Kruskall Wallis a un nivel de significancia del 0.05, donde el p-Valor es menor (0.010) a 0.05 rechazando así la hipótesis nula resultando que si existe diferencias significativas la cual se ratifica en la tabla 10. Asimismo, se puede observar que el acaricida Abamectina mostró una alta tasa de crecimiento con todas las cepas de *Trichoderma*, alcanzando el valor de 8.5 mm/día, de igual manera que el tratamiento Spiromesifen+abamectina con *T. harzianum* cepa TH-C.

Mientras que, el acaricida Spiromesifen + Abamectina presentó una tasa de crecimiento variable, con valores en *T. viride* cepa TV-C (4.58 mm/día), hasta *T. harzianum* cepa TH-C (8.5 mm/día). Por el contrario, el tratamiento Bifenazate con *T. harzianum* cepa TH-C) mostró la tasa de crecimiento más baja con un valor de 1.71 mm/día.

Tabla 10

Comparación de medias para la tasa de crecimiento (mm/día) de Trichoderma expuestas a acaricidas

Tratamiento	Media	Mediana	
Bifenazate *(T. harzianum* cepa TH-C)	1.71	1.68	A
Spiromesifen+abamectina *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	2.25	2.12	AB
Bifenazate *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	3.43	3.52	ABC
Bifenazate *(T. viride* cepa TV-C)	3.45	3.44	ABCD
Bifenazate *(T. asperellum* cepa TA-C)	3.59	3.58	ABCD
Bifenazate *(T. asperellum* cepas HE-ART-118)	3.77	3.82	ABCD
Bifenazate *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	4.15	4.12	ABCDE
Spiromesifen+abamectina *(T. viride* cepa TV-C)	4.58	4.52	ABCDE
Spiromesifen+abamectina *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	4.73	4.7	ABCDE
Spiromesifen+abamectina *(T. asperellum* cepa TA-C)	4.81	4.82	BCDE
Spiromesifen+abamectina *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	6.83	6.78	CDE
Abamectina *(T. viride* cepa TV-C)	7.25	7.24	DE
Abamectina *(T. harzianum* cepa TH-C)	8.5	8.5	E
Abamectina *(T. asperellum* cepa TA-C)	8.5	8.5	E
Abamectina *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	8.5	8.5	E
Abamectina *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	8.5	8.5	E
Abamectina *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	8.5	8.5	E

Spiromesifen+abamectina *(T. harzianum* cepa TH-C)	8.5	8.5	E

Nota: Las letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05).

5.1.6 Porcentaje de crecimiento de Trichoderma frente a diferentes acaricidas in vitro

Para el porcentaje de crecimiento de las cepas de *Trichoderma* frente a diferentes acaricidas se realizó la prueba no paramétrica de Kruskall Wallis a un nivel de significancia de 0.05 en el que el p-Valor 0.010 fue menor rechazando así la hipótesis nula, por ello se determinó que si existe diferencias significativas entre los tratamientos lo cual se corrobora en la tabla 11.

A su vez se muestra las comparaciones de las medias de los diferentes tratamientos donde tuvieron efectos significativos sobre el porcentaje de crecimiento de *Trichoderma* frente a diferentes acaricidas. Es importante destacar que el acaricida Abamectina mostro los valores más altos al permitir un 100% de crecimiento en todas las cepas evaluadas, de igual manera que el tratamiento Spiromesifen+abamectina con *T. harzianum* cepa TH-C). En contraste, el tratamiento Bifenazate con (*T. harzianum* cepa TH-C), presentó el porcentaje de crecimiento más bajo con un valor de 20.16%.

Tabla 11

Comparación de medias para el porcentaje de crecimiento (%) de Trichoderma expuestas a acaricidas

Tratamiento	Media	Mediana	
Bifenazate *(T. harzianum* cepa TH-C)	20.16	19.76	AB
Spiromesifen+abamectina *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	26.51	24.94	AB
Bifenazate *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	40.39	41.41	ABC
Bifenazate *(T. viride* cepa TV-C)	40.55	40.47	ABCD
Bifenazate *(T. asperellum* cepa TA-C)	42.27	42.12	ABCD
Bifenazate *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	44.31	44.94	ABCD
Bifenazate *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	48.86	48.47	ABCDE
Spiromesifen+abamectina *(T. viride* cepa TV-C)	53.88	53.18	ABCDE
Spiromesifen+abamectina *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	55.61	55.29	ABCDE
Spiromesifen+abamectina *(T. asperellum* cepa TA-C)	56.63	56.71	BCDE
Spiromesifen+abamectina *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	80.39	79.76	CDE
Abamectina *(T. viride* cepa TV-C)	85.25	85.18	DE
Abamectina *(T. harzianum* cepa TH-C)	100	100	E

Abamectina *(T. asperellum* cepa TA-C)	100	100	E
Abamectina *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	100	100	E
Abamectina *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	100	100	E
Abamectina *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	100	100	E
Spiromesifen+abamectina *(T. harzianum* cepa TH-C)	100	100	E

Nota: Las letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05).

5.1.7 Porcentaje de inhibición del crecimiento micelial de Trichoderma frente a diferentes acaricidas in vitro

De igual forma para la variable porcentaje de inhibición se realizó la prueba no paramétrica de Kruskall Wallis, en el que el p-Valor 0.010 fue menor al nivel de significancia, rechazando así la hipótesis nula, por ello se determinó que si existe diferencias significativas entre los tratamientos lo cual se reafirma en la tabla 12. Donde el tratamiento Bifenazate (*T. harzianum* cepa TH-C) registró el mayor porcentaje de inhibición con un valor de 79.84%, mientras que, los tratamientos con Abamectina no presentaron inhibición (0%), evidenciando total interacción con las cepas evaluadas, excepto en el tratamiento Abamectina con *T. viride* cepa TV-C que presento un 14.74% de inhibición.

Tabla 12

Comparación de medias para el porcentaje de inhibición (%) de Trichoderma expuestas a acaricidas.

Tratamiento	Media	Mediana	
Abamectina *(T. harzianum* cepa TH-C)	0	0	A
Abamectina *(T. asperellum* cepa TA-C)	0	0	A
Abamectina *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	0	0	A
Abamectina *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0	0	A
Abamectina *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	0	A
Spiromesifen+abamectina *(T. harzianum* cepa TH-C)	0	0	A
Abamectina *(T. viride* cepa TV-C)	14.74	14.82	AB
Spiromesifen+abamectina *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	19.61	20.24	ABC
Spiromesifen+abamectina *(T. asperellum* cepa TA-C)	43.37	43.29	ABCD
Spiromesifen+abamectina *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	44.39	44.71	ABCDE
Spiromesifen+abamectina *(T. viride* cepa TV-C)	46.12	46.82	ABCDE
Bifenazate *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	51.14	51.53	ABCDE

Bifenazate *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	55.69	55.06	BCDE
Bifenazate *(T. asperellum* cepa TA-C)	57.73	57.88	BCDE
Bifenazate *(T. viride* cepa TV-C)	59.45	59.53	BCDE
Bifenazate *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	59.61	58.59	CDE
Spiromesifen+abamectina *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	73.49	75.06	DE
Bifenazate *(T. harzianum* cepa TH-C)	79.84	80.24	E

Nota: Las letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05).

5.1.8 Compatibilidad de Trichoderma frente a diferentes acaricidas in vitro

La aplicación de la escala de compatibilidad de Fernández et al. (2016) permitió determinar que la mayoría de los tratamientos evaluados mostraron una interacción favorable con *Trichoderma*. Los resultados que se contrastan en la tabla 13, evidenciaron que los tratamientos con Abamectina fueron clasificadas como compatibles (+++) con todas las cepas, de igual manera que los tratamientos Spiromesifen+abamectina (*T. harzianum* cepa TH-C), Spiromesifen+abamectina (*T. asperellum* cepas HE-ART-118) los cuales mostraron ser compatibles (+++).

Por otro lado, los tratamientos Spiromesifen+abamectina (*T. asperellum* cepa HE-ART161) y Bifenazate (*T. harzianum* cepa TH-C) mostraron una ligera compatibilidad (+). todos los resultados de compatibilidad se contrastan en la figura 10.

Tabla 13

Clasificación de compatibilidad de cepas de Trichoderma frente a diferentes acaricidas

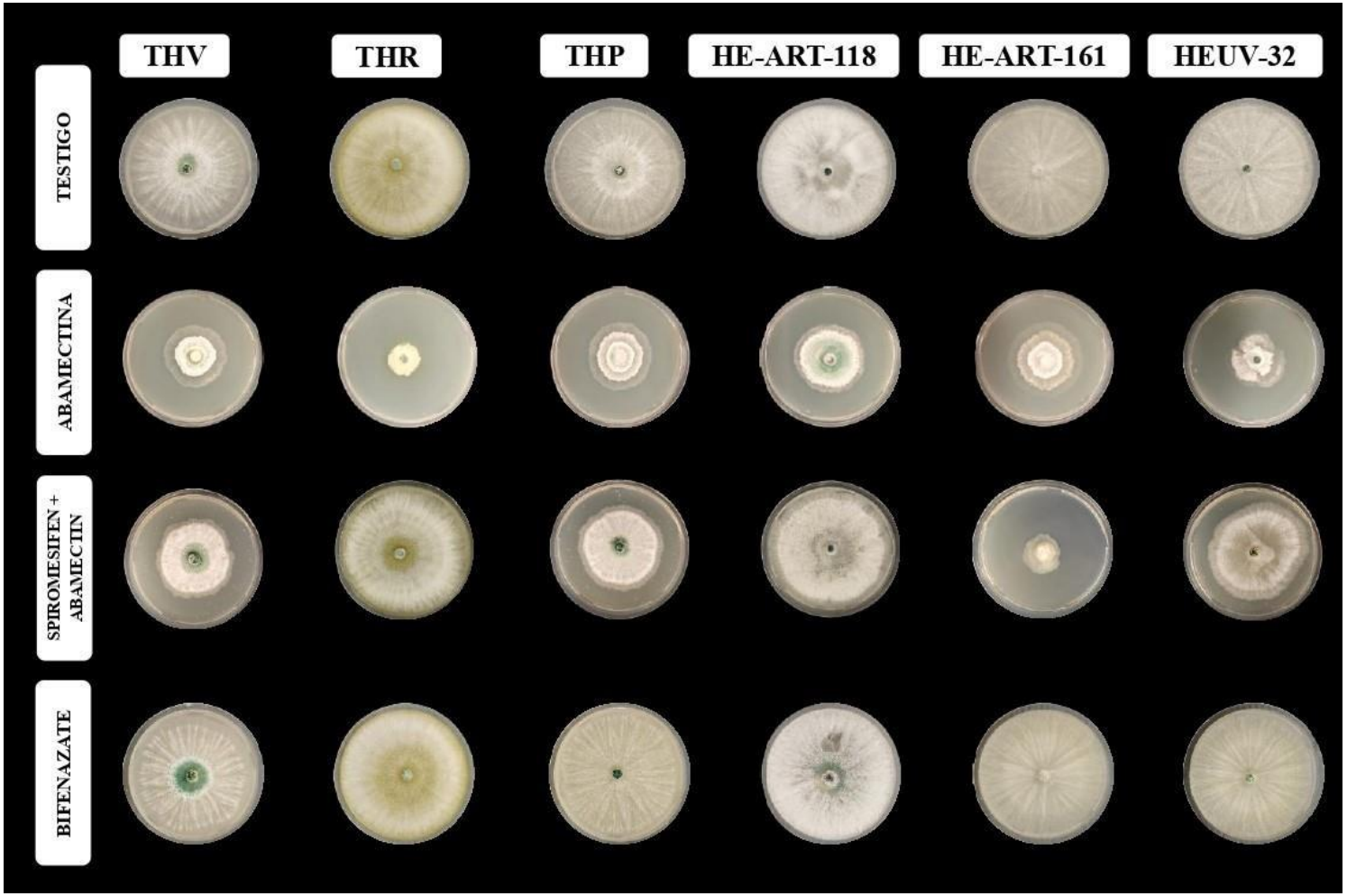
Tratamiento	Media	Escala de Compatibilidad
Abamectina *(T. harzianum* cepa TH-C)	100	Compatible (+++)
Abamectina *(T. asperellum* cepa TA-C)	100	Compatible (+++)
Abamectina *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	100	Compatible (+++)
Abamectina *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	100	Compatible (+++)
Abamectina *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	100	Compatible (+++)
Spiromesifen+abamectina *(T. harzianum* cepa TH-C)	100	Compatible (+++)
Abamectina *(T. viride* cepa TV-C)	85.25	Compatible (+++)
Spiromesifen+abamectina *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	80.39	Compatible (+++)
Spiromesifen+abamectina *(T. asperellum* cepa TA-C)	56.63	Medianamente compatible (++)
Spiromesifen+abamectina *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	55.61	Medianamente compatible (++)
Spiromesifen+abamectina *(T. viride* cepa TV-C)	53.88	Medianamente compatible (++)

Bifenazate *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	48.86	Medianamente compatible (++)
Bifenazate *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	44.31	Medianamente compatible (++)
Bifenazate *(T. asperellum* cepa TA-C)	42.27	Medianamente compatible (++)
Bifenazate *(T. viride* cepa TV-C)	40.55	Medianamente compatible (++)
Bifenazate *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	40.39	Medianamente compatible (++)
Spiromesifen+abamectina *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	26.51	Ligeramente compatible (+)
Bifenazate *(T. harzianum* cepa TH-C)	20.16	Ligeramente compatible (+)

Nota: Compatible: +++, Medianamente compatible ++, ligeramente compatible +, incompatible -.

Figura 10

Compatibilidad de Trichoderma expuestas a acaricidas in vitro.



Nota: Cepas: THV (comercial), THR (comercial), THP (comercial), HE-ART-118 (autóctona), HE-ART-161 (autóctona), HEUV-32 (autóctona). Elaboración propia (2025).

5.1.9 Tasa de crecimiento de Trichoderma frente a diferentes fungicidas in vitro

Para la tasa de crecimiento de las cepas de *Trichoderma* frente a diferentes fungicidas se realizó la prueba no paramétrica de Kruskall Wallis a un nivel de significancia de 0.05 en el que el p-Valor 0.010 fue menor rechazando así la hipótesis nula, por ello se determinó que si existe diferencias significativas entre los tratamientos lo cual se ratifica en la tabla 14.

A su vez se muestra las comparaciones de las medias de los diferentes tratamientos según la prueba no paramétrica Kruskall Wallis donde tuvieron efectos significativos sobre la tasa de crecimiento de *Trichoderma* frente a diferentes fungicidas. Donde se destacan a los fungicidas Azufre, Boscalid, Metalaxil excepto el tratamiento Metalaxil (*T. asperellum* cepa TA-C) con un valor de 4.69 mm/día, todos los demás mostraron una alta tasa de crecimiento con todas las cepas de *Trichoderma*, alcanzando valores de crecimiento de 8.5 mm/día al igual que el tratamiento Hymexazol (*T. asperellum* cepas HE-ART-118).

Por el contrario, fungicidas como Azoxystrobin + Difenoconazole, Boscalid + Pyraclostrobin, Cyprodinil + Fludioxonil, Fludioxonil, Fluopiram + Tebuconazol, y Pirimetanil, no mostraron crecimiento (0 mm/día) en la mayoría de cepas, evidenciando un efecto inhibitorio total sobre el crecimiento micelial sobre las cepas de *Trichoderma*.

Tabla 14

Comparación de medias para la tasa de crecimiento (mm/día) de Trichoderma frente a diferentes fungicidas.

Tratamientos	Media	Mediana	
Azoxystrobin + Difenoconazole *(T. viride* cepa TV-C)	0	0	A
Azoxystrobin + Difenoconazole *(T. harzianum* cepa TH-C)	0	0	A
Azoxystrobin + Difenoconazole *(T. asperellum* cepa TA-C)	0	0	A
Azoxystrobin + Difenoconazole *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	0	0	A
Azoxystrobin + Difenoconazole *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0	0	A
Azoxystrobin + Difenoconazole *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	0	A
Boscalid + Pyraclostrobin *(T. viride* cepa TV-C)	0	0	A
Boscalid + Pyraclostrobin *(T. harzianum* cepa TH-C)	0	0	A
Boscalid + Pyraclostrobin *(T. asperellum* cepa TA-C)	0	0	A
Boscalid + Pyraclostrobin *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	0	0	A
Cyprodinil + Fludioxonil *(T. viride* cepa TV-C)	0	0	A
Cyprodinil + Fludioxonil *(T. harzianum* cepa TH-C)	0	0	A

Cyprodinil + Fludioxonil *(T. asperellum* cepa TA-C)	0	0	A
Cyprodinil + Fludioxonil *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	0	0	A
Cyprodinil + Fludioxonil *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0	0	A
Cyprodinil + Fludioxonil *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	0	A
Fludioxonil *(T. viride* cepa TV-C)	0	0	A
Fludioxonil *(T. asperellum* cepa TA-C)	0	0	A
Fludioxonil *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0	0	A
Fludioxonil *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	0	A
Fluopiram + Tebuconazole *(T. viride* cepa TV-C)	0	0	A
Fluopiram + Tebuconazole *(T. harzianum* cepa TH-C)	0	0	A
Fluopiram + Tebuconazole *(T. asperellum* cepa TA-C)	0	0	A
Fluopiram + Tebuconazole *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	0	0	A
Fluopiram + Tebuconazole *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0	0	A
Fluopiram + Tebuconazole *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	0	A
Hymexazol *(T. viride* cepa TV-C)	0	0	A
Pirimetanil *(T. viride* cepa TV-C)	0	0	A
Pirimetanil *(T. harzianum* cepa TH-C)	0	0	A
Pirimetanil *(T. asperellum* cepa TA-C)	0	0	A
Pirimetanil *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	0	0	A
Pirimetanil *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0	0	A
Pirimetanil *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	0	A
Isofetamid *(T. harzianum* cepa TH-C)	0.22	0.18	AB
Hymexazol *(T. harzianum* cepa TH-C)	0.27	0.28	AB
Boscalid + Pyraclostrobin *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	0.28	0.1	B
Isofetamid *(T. viride* cepa TV-C)	0.32	0.3	B
Isofetamid *(T. asperellum* cepa TA-C)	0.48	0.56	B
Hymexazol *(T. asperellum* cepa TA-C)	0.55	0.46	B
Fludioxonil *(T. harzianum* cepa TH-C)	0.81	0.98	BC
Boscalid + Pyraclostrobin *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0.89	0.82	BCD
Isofetamid *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	1.34	1.28	CDE
Fludioxonil *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	1.47	1.38	CDEF
Isofetamid *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	1.61	1.58	DEF
Isofetamid *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	2.03	1.9	EFG
Hymexazol *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	2.17	2.38	FGH
Fenhexamid *(T. asperellum* cepa TA-C)	2.51	2.44	GH
Hymexazol *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	2.65	2.56	GH
Fenhexamid *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	2.69	3.1	GHI
Fenhexamid *(T. viride* cepa TV-C)	2.85	2.82	HI
Fenhexamid *(T. harzianum* cepa TH-C)	3.42	3.64	IJ
Fenhexamid *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	3.99	4.04	JK
Metalaxil *(T. asperellum* cepa TA-C)	4.69	4.72	K

Fenhexamid *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	4.71	4.92	K
Azufre *(T. viride* cepa TV-C)	8.5	8.5	L
Azufre *(T. harzianum* cepa TH-C)	8.5	8.5	L
Azufre *(T. asperellum* cepa TA-C)	8.5	8.5	L
Azufre *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	8.5	8.5	L
Azufre *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	8.5	8.5	L
Azufre *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	8.5	8.5	L
Boscalid *(T. viride* cepa TV-C)	8.5	8.5	L
Boscalid *(T. harzianum* cepa TH-C)	8.5	8.5	L
Boscalid *(T. asperellum* cepa TA-C)	8.5	8.5	L
Boscalid *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	8.5	8.5	L
Boscalid *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	8.5	8.5	L
Boscalid *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	8.5	8.5	L
Hymexazol *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	8.5	8.5	L
Metalaxil *(T. viride* cepa TV-C)	8.5	8.5	L
Metalaxil *(T. harzianum* cepa TH-C)	8.5	8.5	L
Metalaxil *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	8.5	8.5	L
Metalaxil *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	8.5	8.5	L
Metalaxil *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	8.5	8.5	L

Nota: Las letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05).

5.1.10 Porcentaje de crecimiento de Trichoderma frente a diferentes fungicidas in vitro

Para el análisis de la variable porcentaje de crecimiento de cepas de *Trichoderma* frente a diferentes fungicidas se realizó la prueba no paramétrica de Kruskall Wallis a un nivel de significancia del 0.05, donde el p-Valor es menor (0.010) a 0.05 rechazando así la hipótesis nula resultando que si existe diferencias significativas la cual se reafirma en la tabla 15. Asimismo, se puede observar las comparaciones de los diferentes fungicidas y cepas de *Trichoderma* según la prueba no paramétrica, donde los fungicidas Azufre, Boscalid, Metalaxil excepto el tratamiento Metalaxil (*T. asperellum* cepa TA-C) que alcanzo un valor de 55.14% de crecimiento, todos los demás tratamientos con los fungicidas ya mencionados permitieron un 100% de crecimiento en las cepas evaluadas al igual que el tratamiento Hymexazol (*T. asperellum* cepas HE-ART-118).

En contraste, tratamientos como Azoxystrobin + Difenoconazole, Boscalid + Pyraclostrobin, Cyprodinil + Fludioxonil, Fludioxonil, Fluopiram + Tebuconazol, y Pirimetanil no permitieron crecimiento en las cepas de *Trichoderma* teniendo un valor de (0%).

Tabla 15

Comparación de medias para el porcentaje de crecimiento (%) de Trichoderma en presencia de fungicidas.

Tratamientos	Media	Mediana	
Azoxystrobin + Difenoconazole *(T. viride* cepa TV-C)	0	0	A
Azoxystrobin + Difenoconazole *(T. harzianum* cepa TH-C)	0	0	A
Azoxystrobin + Difenoconazole *(T. asperellum* cepa TA-C)	0	0	A
Azoxystrobin + Difenoconazole *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	0	0	A
Azoxystrobin + Difenoconazole *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0	0	A
Azoxystrobin + Difenoconazole *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	0	A
Boscalid + Pyraclostrobin *(T. viride* cepa TV-C)	0	0	A
Boscalid + Pyraclostrobin *(T. harzianum* cepa TH-C)	0	0	A
Boscalid + Pyraclostrobin *(T. asperellum* cepa TA-C)	0	0	A
Boscalid + Pyraclostrobin *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	0	0	A
Cyprodinil + Fludioxonil *(T. viride* cepa TV-C)	0	0	A
Cyprodinil + Fludioxonil *(T. harzianum* cepa TH-C)	0	0	A
Cyprodinil + Fludioxonil *(T. asperellum* cepa TA-C)	0	0	A
Cyprodinil + Fludioxonil *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	0	0	A
Cyprodinil + Fludioxonil *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0	0	A
Cyprodinil + Fludioxonil *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	0	A
Fludioxonil *(T. viride* cepa TV-C)	0	0	A
Fludioxonil *(T. asperellum* cepa TA-C)	0	0	A
Fludioxonil *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0	0	A
Fludioxonil *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	0	A
Fluopiram + Tebuconazole *(T. viride* cepa TV-C)	0	0	A
Fluopiram + Tebuconazole *(T. harzianum* cepa TH-C)	0	0	A
Fluopiram + Tebuconazole *(T. asperellum* cepa TA-C)	0	0	A
Fluopiram + Tebuconazole *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	0	0	A
Fluopiram + Tebuconazole *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0	0	A
Fluopiram + Tebuconazole *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	0	A
Hymexazol *(T. viride* cepa TV-C)	0	0	A
Pirimetanil *(T. viride* cepa TV-C)	0	0	A
Pirimetanil *(T. harzianum* cepa TH-C)	0	0	A
Pirimetanil *(T. asperellum* cepa TA-C)	0	0	A
Pirimetanil *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	0	0	A
Pirimetanil *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0	0	A
Pirimetanil *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	0	A
Isofetamid *(T. harzianum* cepa TH-C)	2.59	2.12	AB
Hymexazol *(T. harzianum* cepa TH-C)	3.22	3.29	AB
Boscalid + Pyraclostrobin *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	3.29	1.18	AB

Isofetamid *(T. viride* cepa TV-C)	3.76	3.53	AB
Isofetamid *(T. asperellum* cepa TA-C)	5.65	6.59	AB
Hymexazol *(T. asperellum* cepa TA-C)	6.43	5.41	AB
Fludioxonil *(T. harzianum* cepa TH-C)	9.49	11.53	BC
Boscalid + Pyraclostrobin *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	10.43	9.65	BCD
Isofetamid *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	15.76	15.06	CDE
Fludioxonil *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	17.25	16.24	CDEF
Isofetamid *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	18.98	18.59	DEF
Isofetamid *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	23.84	22.35	EFG
Hymexazol *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	25.57	28	FGH
Fenhexamid *(T. asperellum* cepa TA-C)	29.57	28.71	GH
Hymexazol *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	31.14	30.12	GH
Fenhexamid *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	31.61	36.47	GHI
Fenhexamid *(T. viride* cepa TV-C)	33.57	33.18	HI
Fenhexamid *(T. harzianum* cepa TH-C)	40.24	42.82	IJ
Fenhexamid *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	46.9	47.53	JK
Metalaxil *(T. asperellum* cepa TA-C)	55.14	55.53	K
Fenhexamid *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	55.45	57.88	K
Azufre *(T. viride* cepa TV-C)	100	100	L
Azufre *(T. harzianum* cepa TH-C)	100	100	L
Azufre *(T. asperellum* cepa TA-C)	100	100	L
Azufre *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	100	100	L
Azufre *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	100	100	L
Azufre *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	100	100	L
Boscalid *(T. viride* cepa TV-C)	100	100	L
Boscalid *(T. harzianum* cepa TH-C)	100	100	L
Boscalid *(T. asperellum* cepa TA-C)	100	100	L
Boscalid *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	100	100	L
Boscalid *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	100	100	L
Boscalid *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	100	100	L
Hymexazol *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	100	100	L
Metalaxil *(T. viride* cepa TV-C)	100	100	L
Metalaxil *(T. harzianum* cepa TH-C)	100	100	L
Metalaxil *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	100	100	L
Metalaxil *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	100	100	L
Metalaxil *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	100	100	L

Nota: Las letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05).

5.1.11 Porcentaje de inhibición micelial de Trichoderma frente a diferentes fungicidas in vitro

Para la variable porcentaje de inhibición de las cepas de *Trichoderma* frente a diferentes fungicidas, de igual manera se realizó la prueba no paramétrica de Kruskall Wallis, en el que el p-valor 0.010 fue menor al nivel de significancia de 0.05, rechazando así la hipótesis nula, por ello se determinó que si existe diferencias significativas entre los tratamientos lo cual se reafirma en la tabla 16. Donde se observan que los fungicidas como Azoxystrobin + Difenoconazole, Pirimetanil, Cyprodinil + Fludioxonil, Fludioxonil y Fluopiram + Tebuconazol presentaron un 100% de inhibición en todas las cepas, lo que indica un efecto completamente inhibitorio.

Por el contrario, tratamientos como Azufre, Boscalid, Metalaxil (excepto el tratamiento Metalaxil (*T. asperellum* cepa TA-C)) no presentaron inhibición (0%), mostrando una alta tolerancia de *Trichoderma* frente a estos fungicidas.

Tabla 16

Comparación de medias para el porcentaje de inhibición (%) de Trichoderma en presencia de fungicidas.

Tratamientos	Media	Mediana	
Azufre *(T. viride* cepa TV-C)	0	0	A
Azufre *(T. harzianum* cepa TH-C)	0	0	A
Azufre *(T. asperellum* cepa TA-C)	0	0	A
Azufre *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	0	0	A
Azufre *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0	0	A
Azufre *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	0	A
Boscalid *(T. viride* cepa TV-C)	0	0	A
Boscalid *(T. harzianum* cepa TH-C)	0	0	A
Boscalid *(T. asperellum* cepa TA-C)	0	0	A
Boscalid *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	0	0	A
Boscalid *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0	0	A
Boscalid *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	0	A
Hymexazol *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	0	0	A
Metalaxil *(T. viride* cepa TV-C)	0	0	A
Metalaxil *(T. harzianum* cepa TH-C)	0	0	A
Metalaxil *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	0	0	A
Metalaxil *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0	0	A
Metalaxil *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	0	AB

Fenhexamid *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	44.55	42.12	B
Metalaxil *(T. asperellum* cepa TA-C)	44.86	44.47	B
Fenhexamid *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	53.1	52.47	BC
Fenhexamid *(T. harzianum* cepa TH-C)	59.77	57.18	CD
Fenhexamid *(T. viride* cepa TV-C)	66.43	66.82	DE
Fenhexamid *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	68.39	63.53	DEF
Hymexazol *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	68.86	69.88	EF
Fenhexamid *(T. asperellum* cepa TA-C)	70.43	71.29	EF
Hymexazol *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	74.43	72	EFG
Isofetamid *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	76.16	77.65	FGH
Isofetamid *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	81.02	81.41	GHI
Fludioxonil *(T. asperellum* cepas HE-ART-118)	82.74	83.76	GHIJ
Isofetamid *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	84.24	84.94	HIJ
Boscalid + Pyraclostrobin *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	89.57	90.35	IJK
Fludioxonil *(T. harzianum* cepa TH-C)	90.51	88.47	JK
Hymexazol *(T. asperellum* cepa TA-C)	93.57	94.59	KL
Isofetamid *(T. asperellum* cepa TA-C)	94.35	93.41	KL
Isofetamid *(T. viride* cepa TV-C)	96.24	96.47	KL
Boscalid + Pyraclostrobin *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	96.7	98.82	KL
Hymexazol *(T. harzianum* cepa TH-C)	96.79	96.71	KL
Isofetamid *(T. harzianum* cepa TH-C)	97.41	97.88	KL
Azoxystrobin + Difenoconazole *(T. viride* cepa TV-C)	100	100	L
Azoxystrobin + Difenoconazole *(T. harzianum* cepa TH-C)	100	100	L
Azoxystrobin + Difenoconazole *(T. asperellum* cepa TA-C)	100	100	L
Azoxystrobin + Difenoconazole *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	100	100	L
Azoxystrobin + Difenoconazole *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	100	100	L
Azoxystrobin + Difenoconazole *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	100	100	L
Boscalid + Pyraclostrobin *(T. viride* cepa TV-C)	100	100	L
Boscalid + Pyraclostrobin *(T. harzianum* cepa TH-C)	100	100	L
Boscalid + Pyraclostrobin *(T. asperellum* cepa TA-C)	100	100	L
Boscalid + Pyraclostrobin *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	100	100	L
Cyprodinil + Fludioxonil *(T. viride* cepa TV-C)	100	100	L
Cyprodinil + Fludioxonil *(T. harzianum* cepa TH-C)	100	100	L
Cyprodinil + Fludioxonil *(T. asperellum* cepa TA-C)	100	100	L
Cyprodinil + Fludioxonil *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	100	100	L
Cyprodinil + Fludioxonil *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	100	100	L
Cyprodinil + Fludioxonil *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	100	100	L
Fludioxonil *(T. viride* cepa TV-C)	100	100	L
Fludioxonil *(T. asperellum* cepa TA-C)	100	100	L
Fludioxonil *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	100	100	L
Fludioxonil *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	100	100	L

Fluopiram + Tebuconazole *(T. viride* cepa TV-C)	100	100	L
Fluopiram + Tebuconazole *(T. harzianum* cepa TH-C)	100	100	L
Fluopiram + Tebuconazole *(T. asperellum* cepa TA-C)	100	100	L
Fluopiram + Tebuconazole *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	100	100	L
Fluopiram + Tebuconazole *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	100	100	L
Fluopiram + Tebuconazole *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	100	100	L
Hymexazol *(T. viride* cepa TV-C)	100	100	L
Pirimetanil *(T. viride* cepa TV-C)	100	100	L
Pirimetanil *(T. harzianum* cepa TH-C)	100	100	L
Pirimetanil *(T. asperellum* cepa TA-C)	100	100	L
Pirimetanil *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	100	100	L
Pirimetanil *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	100	100	L
Pirimetanil *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	100	100	L

Nota: Las letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05).

5.1.12 Compatibilidad de Trichoderma frente a diferentes fungicidas in vitro

En la tabla 17 de acuerdo con la clasificación propuesta por Fernández et al. (2016), basada en el porcentaje de crecimiento micelial observado, se identificó que los fungicidas Azufre, Boscalid y Metalaxil (excepto el tratamiento Metalaxil (*T. asperellum* cepa TA-C) el cual fue medianamente compatible (++)), todo el demás tratamiento con los fungicidas anteriormente mencionados fue altamente compatibles (+++) de igual manera que el tratamiento Hymexazol (*T. asperellum* cepas HE-ART-118).

Por el contrario, la mayoría de los tratamientos evaluados se clasificaron como incompatibles (< 20 %), presentando una marcada inhibición del crecimiento micelial. Entre ellos se encuentran combinaciones como Azoxystrobin + Difenoconazole, Boscalid + Pyraclostrobin, Cyprodinil + Fludioxonil, Fludioxonil, Fluopiram + Tebuconazol, Pirimetanil e Isofetamid, que ocasionaron reducciones drásticas o anulación completa del crecimiento, todos los resultados de compatibilidad se contrastan en la figura 11.

Tabla 17

Clasificación de compatibilidad de cepas de Trichoderma frente a diferentes fungicidas

Tratamientos	Medias	Escala de Compatibilidad
Azufre *(T. viride* cepa TV-C)	100	Compatible (+++)
Azufre *(T. harzianum* cepa TH-C)	100	Compatible (+++)

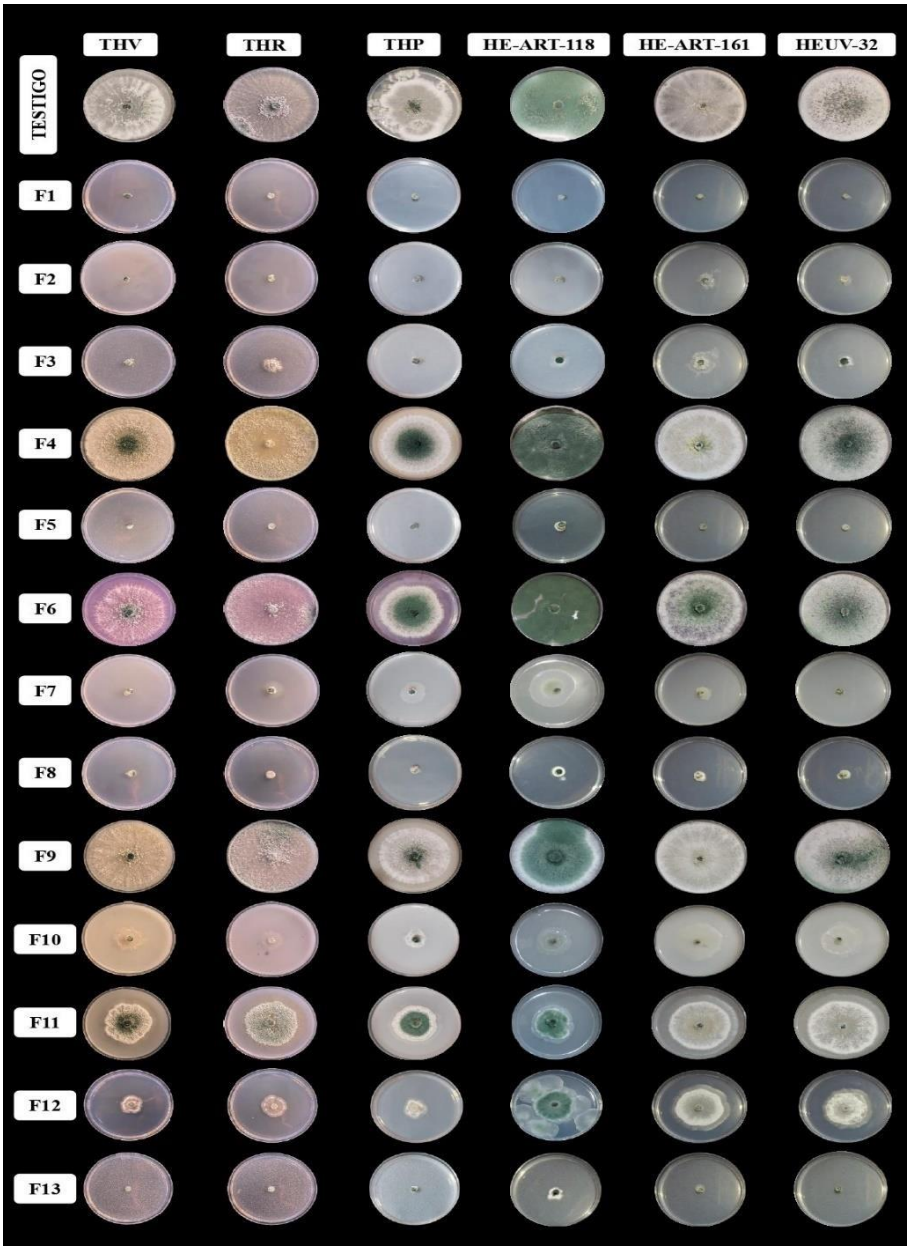
Azufre *(T. asperellum* cepa TA-C)	100	Compatible (+++)
Azufre *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	100	Compatible (+++)
Azufre *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	100	Compatible (+++)
Azufre *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	100	Compatible (+++)
Boscalid *(T. viride* cepa TV-C)	100	Compatible (+++)
Boscalid *(T. harzianum* cepa TH-C)	100	Compatible (+++)
Boscalid *(T. asperellum* cepa TA-C)	100	Compatible (+++)
Boscalid *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	100	Compatible (+++)
Boscalid *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	100	Compatible (+++)
Boscalid *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	100	Compatible (+++)
Hymexazol *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	100	Compatible (+++)
Metalaxil *(T. viride* cepa TV-C)	100	Compatible (+++)
Metalaxil *(T. harzianum* cepa TH-C)	100	Compatible (+++)
Metalaxil *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	100	Compatible (+++)
Metalaxil *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	100	Compatible (+++)
Metalaxil *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	100	Compatible (+++)
Fenhexamid *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	55.45	Medianamente compatible (++)
Metalaxil *(T. asperellum* cepa TA-C)	55.14	Medianamente compatible (++)
Fenhexamid *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	46.9	Medianamente compatible (++)
Fenhexamid *(T. harzianum* cepa TH-C)	40.24	Medianamente compatible (++)
Fenhexamid *(T. viride* cepa TV-C)	33.57	Ligeramente compatible (+)
Fenhexamid *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	31.61	Ligeramente compatible (+)
Hymexazol *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	31.14	Ligeramente compatible (+)
Fenhexamid *(T. asperellum* cepa TA-C)	29.57	Ligeramente compatible (+)
Hymexazol *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	25.57	Ligeramente compatible (+)
Isofetamid *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	23.84	Ligeramente compatible (+)
Isofetamid *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	18.98	Incompatible (-)
Fludioxonil *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	17.25	Incompatible (-)
Isofetamid *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	15.76	Incompatible (-)
Boscalid + Pyraclostrobin *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	10.43	Incompatible (-)
Fludioxonil *(T. harzianum* cepa TH-C)	9.49	Incompatible (-)
Hymexazol *(T. asperellum* cepa TA-C)	6.43	Incompatible (-)
Isofetamid *(T. asperellum* cepa TA-C)	5.65	Incompatible (-)
Isofetamid *(T. viride* cepa TV-C)	3.76	Incompatible (-)
Boscalid + Pyraclostrobin *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	3.29	Incompatible (-)
Hymexazol *(T. harzianum* cepa TH-C)	3.22	Incompatible (-)
Isofetamid *(T. harzianum* cepa TH-C)	2.59	Incompatible (-)
Azoxystrobin + Difenoconazole *(T. viride* cepa TV-C)	0	Incompatible (-)
Azoxystrobin + Difenoconazole *(T. harzianum* cepa TH-C)	0	Incompatible (-)
Azoxystrobin + Difenoconazole *(T. asperellum* cepa TA-C)	0	Incompatible (-)
Azoxystrobin + Difenoconazole *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	0	Incompatible (-)

Azoxystrobin + Difenoconazole *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0	Incompatible (-)
Azoxystrobin + Difenoconazole *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	Incompatible (-)
Boscalid + Pyraclostrobin *(T. viride* cepa TV-C)	0	Incompatible (-)
Boscalid + Pyraclostrobin *(T. harzianum* cepa TH-C)	0	Incompatible (-)
Boscalid + Pyraclostrobin *(T. asperellum* cepa TA-C)	0	Incompatible (-)
Boscalid + Pyraclostrobin *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	0	Incompatible (-)
Cyprodinil + Fludioxonil *(T. viride* cepa TV-C)	0	Incompatible (-)
Cyprodinil + Fludioxonil *(T. harzianum* cepa TH-C)	0	Incompatible (-)
Cyprodinil + Fludioxonil *(T. asperellum* cepa TA-C)	0	Incompatible (-)
Cyprodinil + Fludioxonil *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	0	Incompatible (-)
Cyprodinil + Fludioxonil *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0	Incompatible (-)
Cyprodinil + Fludioxonil *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	Incompatible (-)
Fludioxonil *(T. viride* cepa TV-C)	0	Incompatible (-)
Fludioxonil *(T. asperellum* cepa TA-C)	0	Incompatible (-)
Fludioxonil *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0	Incompatible (-)
Fludioxonil *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	Incompatible (-)
Fluopiram + Tebuconazole *(T. viride* cepa TV-C)	0	Incompatible (-)
Fluopiram + Tebuconazole *(T. harzianum* cepa TH-C)	0	Incompatible (-)
Fluopiram + Tebuconazole *(T. asperellum* cepa TA-C)	0	Incompatible (-)
Fluopiram + Tebuconazole *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	0	Incompatible (-)
Fluopiram + Tebuconazole *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0	Incompatible (-)
Fluopiram + Tebuconazole *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	Incompatible (-)
Hymexazol *(T. viride* cepa TV-C)	0	Incompatible (-)
Pirimetanil *(T. viride* cepa TV-C)	0	Incompatible (-)
Pirimetanil *(T. harzianum* cepa TH-C)	0	Incompatible (-)
Pirimetanil *(T. asperellum* cepa TA-C)	0	Incompatible (-)
Pirimetanil *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	0	Incompatible (-)
Pirimetanil *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0	Incompatible (-)
Pirimetanil *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	Incompatible (-)

Nota: Compatible: +++, Medianamente compatible ++, ligeramente compatible +, incompatible -.

Figura 11

Crecimiento de Trichoderma en presencia de fungicidas in vitro.



Nota: Fungicidas: F1(Fluopiram + Tebuconazol), F2 (Azoxystrobin + Difenoconazole), F3 (Boscalid + Pyraclostrobin), F4 (Azufre), F5 (Cyprodinil + Fludioxonil), F6 (Metalaxil), F7 (Fludioxonil), F8 (Pirimetanil), F9 (Boscalid), F10 (Isofetamid), F11 (Fenhexamid), F12 (Hymexazol), F13 (Fludioxonil + Cyprodinil). Cepas: THV (comercial), THR (comercial), THP (comercial), HE-ART-118 (autóctona), HE-ART-161 (autóctona), HEUV-32 (autóctona). Elaboración propia (2025)

5.1.13 Tasa de crecimiento de Trichoderma frente al herbicida in vitro

En la tabla 18 se presenta el análisis de varianza (ANVA) de la variable tasa de crecimiento. Los resultados muestran que existe una diferencia estadísticamente altamente significativa entre los tratamientos evaluados, lo que indica que en presencia del herbicida Glifosato, las cepas de *Trichoderma* evaluadas presentaron diferencias estadísticamente significativas en la tasa de crecimiento.

El coeficiente de variabilidad (C.V.) fue de 5.71 **%**, considerado bajo, lo que evidencia que el diseño experimental empleado fue adecuado y permitió controlar satisfactoriamente la variabilidad experimental.

Tabla 18

Análisis de varianza de la variable tasa de crecimiento de Trichoderma en presencia al herbicida.

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor	sig
Trat.	5	31.6239	6.32479	131.16	0	**
Error	12	0.5787	0.04822			
Total	17	32.2026				

Nota: Elaboración propia (2025) C**.V.** = 5.71%

La tabla 19 muestra los resultados de la comparación de medias según Tukey para la variable tasa de crecimiento, donde el tratamiento (*T. asperellum* cepa HEVH-32) presentó una mayor tasa de crecimiento diferenciándose de los demás, con un valor de 5.7 mm/día.

En contraste, el tratamiento (*T. harzianum* cepa TH-C) presentó una tasa de crecimiento micelial significativamente menor de 1.23 mm/día.

Tabla 19

Prueba de comparación de medias de la variable tasa de crecimiento de Trichoderma en presencia al herbicida.

Tratamiento	Medias	
Glifosato (*T. harzianum* cepa TH-C)	1.23	A

Glifosato (*T. asperellum* cepa TA-C)	3.85	B
Glifosato (*T. viride* cepa TV-C)	3.89	B
Glifosato *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	4.07	B
Glifosato (*T. asperellum* cepa HE-ART-161)	4.32	B
Glifosato (*T. asperellum* cepa HEVH-32)	5.7	C

Nota: Las letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05).

5.1.14 Porcentaje de crecimiento de Trichoderma frente al herbicida in vitro

En el análisis de varianza (ANVA) de la variable porcentaje de crecimiento presente en la tabla 20. Los resultados muestran que existe una diferencia estadísticamente altamente significativa entre los tratamientos evaluados, lo que indica que la aplicación del herbicida generó un efecto diferencial en el porcentaje de crecimiento de las cepas de *Trichoderma.*

El coeficiente de variabilidad (C.V.) fue de 2.25 %, considerado bajo, lo que evidencia que el diseño experimental empleado fue adecuado y permitió controlar satisfactoriamente la variabilidad experimental.

Tabla 20

Análisis de varianza de la variable porcentaje de crecimiento de Trichoderma en presencia al herbicida.

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor	sig
Trat.	5	626.491	125.298	153.31	0	**
Error	12	9.807	0.817			
Total	17	636.298				

Nota: Elaboración propia (2025) C**.V.** = 2.25%

La tabla 21 muestra los resultados de la comparación de medias según Tukey para la variable porcentaje de crecimiento, donde se destaca que el tratamiento Glifosato (*T. asperellum* cepa HEVH-32) alcanzó el mayor porcentaje de crecimiento (67.06 %).

Por otro lado, el tratamiento Glifosato (*T. harzianum* cepa TH-C) presentó un porcentaje de crecimiento muy reducido (14.51 %), siendo estadísticamente diferente de las demás.

Tabla 21

Comparación de medias de la variable porcentaje de crecimiento de Trichoderma en presencia al herbicida.

Tratamiento	Medias	
Glifosato (*T. harzianum* cepa TH-C)	14.51	A
Glifosato (*T. asperellum* cepa TA-C)	45.25	B
Glifosato (*T. viride* cepa TV-C)	45.73	B
Glifosato *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	47.92	B
Glifosato (*T. asperellum* cepa HE-ART-161)	50.82	B
Glifosato (*T. asperellum* cepa HEVH-32)	67.06	C

Nota: Las letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05).

5.1.15 Porcentaje de inhibición de Trichoderma frente al herbicida in vitro

En el análisis de varianza (ANVA) de la variable porcentaje de inhibición presente en la tabla 22. Los resultados muestran que existe una diferencia estadísticamente altamente significativa entre los tratamientos evaluados, lo que indica que la aplicación del herbicida generó un efecto diferencial en el porcentaje de inhibición de las cepas de *Trichoderma.*

El coeficiente de variabilidad (C.V.) fue de 2.05 %, considerado bajo, lo que evidencia que el diseño experimental empleado fue adecuado y permitió controlar satisfactoriamente la variabilidad experimental.

Tabla 22

Análisis de varianza de la variable porcentaje de inhibición de Trichoderma en presencia al herbicida.

F.V.	gl	SC	CM	F	p-valor	sig
Trat.	5	582.369	116.474	143.06	0	**
Error	12	9.770	0.814			
Total	17	592.139				

Nota: Elaboración propia (2025) C**.V.** = 2.05%

La tabla 23 muestra los resultados de la comparación de medias según Tukey para la variable porcentaje de inhibición. Donde el tratamiento Glifosato (*T. harzianum* cepa TH-C) presentó la inhibición más elevada, con un promedio de 85.49%, lo que evidencia un alto nivel de inhibición frente a este herbicida.

En tanto, el tratamiento Glifosato (*T. asperellum* cepa HEVH-32) presentó la menor inhibición 32.94%, indicando menor grado de afectación frente al glifosato.

Tabla 23

Comparación de medias de la variable porcentaje de inhibición de Trichoderma en presencia al herbicida.

Tratamiento	Medias	
Glifosato (*T. asperellum* cepa HEVH-32)	32.94	A
Glifosato (*T. asperellum* cepa HE-ART-161)	49.18	B
Glifosato (*T. asperellum* cepa HE-ART-118)	52.08	B
Glifosato (*T. viride* cepa TV-C)	54.28	B
Glifosato (*T. asperellum* cepa TA-C)	54.74	B
Glifosato (*T. harzianum* cepa TH-C)	85.49	C

Nota: Las letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05).

4.1.16. Compatibilidad de Trichoderma frente al herbicida in vitro

En la tabla 24 se detalla los resultados de la evaluación de compatibilidad de *Trichoderma* frente al herbicida glifosato, donde se evidenció variaciones importantes entre cepas. El tratamiento Glifosato (*T. asperellum* cepa HEVH-32) fue clasificada como +++ Compatible, al registrar el mayor porcentaje de crecimiento (67.06 %), lo que indica alta tolerancia al herbicida y mínima afectación de su desarrollo micelial.

Los tratamientos Glifosato (*T. viride* cepa TV-C), Glifosato (*T. asperellum* cepa TA-C), Glifosato (*T. asperellum* cepas HE-ART-118), Glifosato (*T. asperellum* cepa HE-ART-161) C5 y se ubicaron en la categoría ++ medianamente compatible, con porcentajes de crecimiento entre 45.25 % y 50.82 %. Esto sugiere que, si bien su desarrollo micelial se ve moderadamente afectado, mantienen un crecimiento aceptable en presencia del herbicida.

En contraste, el tratamiento Glifosato (*T. harzianum* cepa TH-C) se clasificó como Incompatible (-), alcanzando únicamente un 14.51 % de crecimiento. Este resultado refleja una

alta sensibilidad al glifosato, con marcada inhibición del desarrollo micelial, todos los resultados de compatibilidad se contrastan en la Figura 12.

Tabla 24

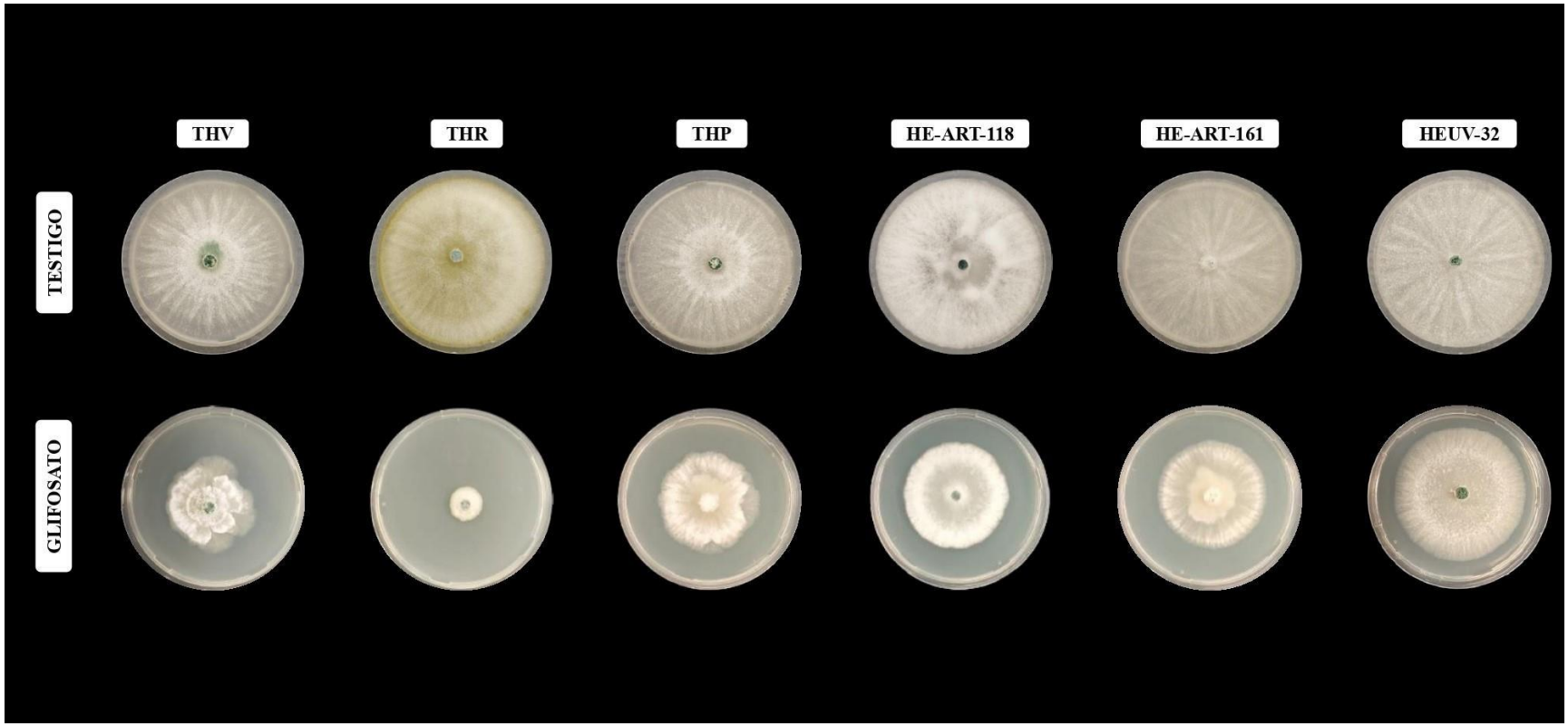
Clasificación de la compatibilidad de las cepas de Trichoderma con el herbicida glifosato

Tratamientos	Medias	Escala de Compatibilidad
Glifosato (*T. asperellum* cepa HEVH-32)	67.06	Compatible (+++)
Glifosato (*T. asperellum* cepa HE-ART-161)	50.82	Medianamente compatible (++)
Glifosato (*T. asperellum* cepas HE-ART-118)	47.92	Medianamente compatible (++)
Glifosato (*T. viride* cepa TV-C)	45.73	Medianamente compatible (++)
Glifosato (*T. asperellum* cepa TA-C)	45.25	Medianamente compatible (++)
Glifosato (*T. harzianum* cepa TH-C)	14.51	Incompatible (-)

Nota: Compatible: +++, Medianamente compatible ++, ligeramente compatible +, incompatible -.

Figura 12

Efecto del herbicida Glifosato sobre el crecimiento de Trichoderma in vitro.



Nota: Cepas: THV (comercial), THR (comercial), THP (comercial), HE-ART-118 (autóctona), HE-ART-161 (autóctona), HEUV-32 (autóctona). Elaboración propia (2025).

5.2 Efecto de fertilizantes inorgánicos empleados en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) sobre el crecimiento micelial de cepas de *Trichoderma* en condiciones in vitro.

5.2.1 Tasa de crecimiento de Trichoderma frente a fertilizantes in vitro

Para la tasa de crecimiento de las cepas de *Trichoderma* frente a diferentes fertilizantes se realizó la prueba no paramétrica de Kruskall Wallis a un nivel de significancia de 0.05 en el que el p-Valor 0.010 fue menor rechazando así la hipótesis nula, por ello se determinó que si existe diferencias significativas entre los tratamientos lo cual se ratifica en la tabla 25. A su vez se muestra las comparaciones de las medias de los diferentes tratamientos según la prueba no paramétrica se obtuvieron efectos significativos sobre la tasa de crecimiento de *Trichoderma* frente a diferentes fertilizantes. Entre estos destacan fosfato de monoamónico (100% y 150%), nitrato de amonio (todas las concentraciones), sulfato de potasio (todas las concentraciones) y zinc en todas las cepas con valores iguales al testigo (8.5 mm/día).

En contraste, las cepas tratadas con calcio mostraron tasas de crecimiento inferiores, especialmente los tratamientos Calcio (*T. harzianum* cepa TH-C), Calcio (*T. viride* cepa TV-C), *T. viride* cepa TV-C a *T. asperellum* cepa HE-ART-118 los cuales presentaron una tasa de crecimiento de 4.79 y 4.95 mm/día.

Tabla 25

Comparación de medias para la tasa de crecimiento (mm/día) de Trichoderma en presencia de fertilizantes.

Tratamientos	Media	Mediana	
Calcio *(T. harzianum* cepa TH-C)	4.79	4.76	A
Calcio *(T. viride* cepa TV-C)	4.95	4.98	A
Calcio *(T. asperellum* cepa TA-C)	5.19	5.19	A
Calcio *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	6.23	6.21	B
Sulfato de potasio 50% *(T. asperellum* cepa TA-C)	6.3	6.35	BC
Sulfato de potasio 100% *(T. asperellum* cepa TA-C)	6.63	6.68	BCD
Nitrato de amonio 150% (*T. asperellum* cepa TA-C)	6.7	6.59	CDE
Nitrato de amonio 50% *(T. asperellum* cepa TA-C)	6.89	6.78	DEF
Fosfato de monoamónico 50% *(T. asperellum* cepa TA-C)	6.92	6.89	DEF

Fosfato de monoamónico 100% *(T. asperellum* cepa TA-C)	7	7.02	DEF
Nitrato de amonio 100% *(T. asperellum* cepa TA-C)	7.08	7.06	EF
Fosfato de monoamónico 50% *(T. viride* cepa TV-C)	7.28	7.13	FG
Fosfato de monoamónico 150% *(T. asperellum* cepa TA-C)	7.55	7.58	GH
Sulfato de potasio 150% *(T. asperellum* cepa TA-C)	7.55	7.58	GH
Fosfato de monoamónico 50% *(T. harzianum* cepa TH-C)	7.81	7.85	HI
Fosfato de monoamónico 100% *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	8.08	7.91	I
Calcio *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	8.5	8.5	J
Calcio *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	8.5	8.5	J
Fosfato de monoamónico 50% *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	8.5	8.5	J
Fosfato de monoamónico 50% *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	8.5	8.5	J
Fosfato de monoamónico 50% *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	8.5	8.5	J
Fosfato de monoamónico 100% *(T. viride* cepa TV-C)	8.5	8.5	J
Fosfato de monoamónico 100% *(T. harzianum* cepa TH-C)	8.5	8.5	J
Fosfato de monoamónico 100% *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	8.5	8.5	J
Fosfato de monoamónico 100% *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	8.5	8.5	J
Fosfato de monoamónico 150% *(T. viride* cepa TV-C)	8.5	8.5	J
Fosfato de monoamónico 150% *(T. harzianum* cepa TH-C)	8.5	8.5	J
Fosfato de monoamónico 150% *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	8.5	8.5	J
Fosfato de monoamónico 150% *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	8.5	8.5	J
Fosfato de monoamónico 150% *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	8.5	8.5	J
Nitrato de amonio 100% *(T. viride* cepa TV-C)	8.5	8.5	J
Nitrato de amonio 100% *(T. harzianum* cepa TH-C)	8.5	8.5	J
Nitrato de amonio 100% *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	8.5	8.5	J
Nitrato de amonio 100% *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	8.5	8.5	J
Nitrato de amonio 100% (*T. asperellum* cepa HEVH-32)	8.5	8.5	J
Nitrato de amonio 150% *(T. viride* cepa TV-C)	8.5	8.5	J
Nitrato de amonio 150% *(T. harzianum* cepa TH-C)	8.5	8.5	J
Nitrato de amonio 150% (*T. asperellum* cepa HE-ART-118)	8.5	8.5	J
Nitrato de amonio 150% *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	8.5	8.5	J
Nitrato de amonio 150% *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	8.5	8.5	J
Nitrato de amonio 50% *(T. viride* cepa TV-C)	8.5	8.5	J
Nitrato de amonio 50% *(T. harzianum* cepa TH-C)	8.5	8.5	J
Nitrato de amonio 50% *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	8.5	8.5	J
Nitrato de amonio 50% *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	8.5	8.5	J
Nitrato de amonio 50% *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	8.5	8.5	J
Sulfato de potasio 100% *(T. viride* cepa TV-C)	8.5	8.5	J
Sulfato de potasio 100% *(T. harzianum* cepa TH-C)	8.5	8.5	J
Sulfato de potasio 100% *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	8.5	8.5	J
Sulfato de potasio 100% *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	8.5	8.5	J
Sulfato de potasio 100% *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	8.5	8.5	J

Sulfato de potasio 150% *(T. viride* cepa TV-C)	8.5	8.5	J
Sulfato de potasio 150% *(T. harzianum* cepa TH-C)	8.5	8.5	J
Sulfato de potasio 150% *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	8.5	8.5	J
Sulfato de potasio 150% *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	8.5	8.5	J
Sulfato de potasio 150% (*T. asperellum* cepa HEVH-32)	8.5	8.5	J
Sulfato de potasio 50% *(T. viride* cepa TV-C)	8.5	8.5	J
Sulfato de potasio 50% *(T. harzianum* cepa TH-C)	8.5	8.5	J
Sulfato de potasio 50% *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	8.5	8.5	J
Sulfato de potasio 50% *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	8.5	8.5	J
Sulfato de potasio 50% *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	8.5	8.5	J
Zinc *(T. viride* cepa TV-C)	8.5	8.5	J
Zinc (*T. harzianum* cepa TH-C)	8.5	8.5	J
Zinc *(T. asperellum* cepa TA-C)	8.5	8.5	J
Zinc *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	8.5	8.5	J
Zinc *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	8.5	8.5	J
Zinc *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	8.5	8.5	J

Nota: Las letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05).

5.2.2 Porcentaje de crecimiento de Trichoderma frente a fertilizantes in vitro

Para el análisis de esta variable se realizó la prueba no paramétrica de Kruskall Wallis a un nivel de significancia del 0.05, donde el p-Valor es menor (0.010) a 0.05 rechazando así la hipótesis nula resultando que si existe diferencias significativas la cual se corrobora en la tabla 26. Asimismo, se puede observar las comparaciones de las diferentes fertilizantes y cepas de *Trichoderma*, donde los fertilizantes fosfato de monoamónico (100% y 150%), nitrato de amonio, sulfato de potasio, y zinc promovieron un 100% de crecimiento en todas las cepas, mientras que, los valores más bajos se observaron en tratamientos Calcio (*T. harzianum* cepa TH-C) y Calcio (*T. viride* cepa TV-C), donde el porcentaje de crecimiento osciló entre 56.35% y 58.2%.

Tabla 26

Comparación de medias para el porcentaje de crecimiento (%) de Trichoderma en presencia de fertilizantes.

Tratamientos	Media	Mediana	
Calcio *(T. harzianum* cepa TH-C)	56.35	56.02	A
Calcio *(T. viride* cepa TV-C)	58.2	58.64	A

Calcio *(T. asperellum* cepa TA-C)	61.01	61.06	A
Calcio *(T. asperellum* cepas HE-ART-118)	73.24	73.06	B
Sulfato de potasio 50% *(T. asperellum* cepa TA-C)	74.14	74.75	BC
Sulfato de potasio 100% *(T. asperellum* cepa TA-C)	77.99	78.59	BCD
Nitrato de amonio 150% (*T. asperellum* cepa TA-C)	78.86	77.51	CDE
Nitrato de amonio 50% *(T. asperellum* cepa TA-C)	80.73	79.81	DEF
Fosfato de monoamónico 50% *(T. asperellum* cepa TA-C)	81.37	81.06	DEF
Fosfato de monoamónico 100% *(T. asperellum* cepa TA-C)	82.33	82.64	DEF
Nitrato de amonio 100% *(T. asperellum* cepa TA-C)	83.31	83.06	EF
Fosfato de monoamónico 50% *(T. viride* cepa TV-C)	85.6	83.84	FG
Fosfato de monoamónico 150% *(T. asperellum* cepa TA-C)	88.77	89.15	GH
Sulfato de potasio 150% *(T. asperellum* cepa TA-C)	88.77	89.75	GH
Fosfato de monoamónico 50% *(T. harzianum* cepa TH-C)	91.85	92.33	HI
Fosfato de monoamónico 100% *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	95	93.01	I
Calcio *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	100	100	J
Calcio *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	100	100	J
Fosfato de monoamónico 50% *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	100	100	J
Fosfato de monoamónico 50% *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	100	100	J
Fosfato de monoamónico 50% *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	100	100	J
Fosfato de monoamónico 100% *(T. viride* cepa TV-C)	100	100	J
Fosfato de monoamónico 100% *(T. harzianum* cepa TH-C)	100	100	J
Fosfato de monoamónico 100% *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	100	100	J
Fosfato de monoamónico 100% *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	100	100	J
Fosfato de monoamónico 150% *(T. viride* cepa TV-C)	100	100	J
Fosfato de monoamónico 150% *(T. harzianum* cepa TH-C)	100	100	J
Fosfato de monoamónico 150% *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	100	100	J
Fosfato de monoamónico 150% *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	100	100	J
Fosfato de monoamónico 150% *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	100	100	J
Nitrato de amonio 100% *(T. viride* cepa TV-C)	100	100	J
Nitrato de amonio 100% *(T. harzianum* cepa TH-C)	100	100	J
Nitrato de amonio 100% *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	100	100	J
Nitrato de amonio 100% *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	100	100	J
Nitrato de amonio 100% (*T. asperellum* cepa HEVH-32)	100	100	J
Nitrato de amonio 150% *(T. viride* cepa TV-C)	100	100	J
Nitrato de amonio 150% *(T. harzianum* cepa TH-C)	100	100	J
Nitrato de amonio 150% (*T. asperellum* cepa HE-ART-118)	100	100	J
Nitrato de amonio 150% *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	100	100	J
Nitrato de amonio 150% *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	100	100	J
Nitrato de amonio 50% *(T. viride* cepa TV-C)	100	100	J
Nitrato de amonio 50% *(T. harzianum* cepa TH-C)	100	100	J
Nitrato de amonio 50% *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	100	100	J

Nitrato de amonio 50% *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	100	100	J
Nitrato de amonio 50% *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	100	100	J
Sulfato de potasio 100% *(T. viride* cepa TV-C)	100	100	J
Sulfato de potasio 100% *(T. harzianum* cepa TH-C)	100	100	J
Sulfato de potasio 100% *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	100	100	J
Sulfato de potasio 100% *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	100	100	J
Sulfato de potasio 100% *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	100	100	J
Sulfato de potasio 150% *(T. viride* cepa TV-C)	100	100	J
Sulfato de potasio 150% *(T. harzianum* cepa TH-C)	100	100	J
Sulfato de potasio 150% *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	100	100	J
Sulfato de potasio 150% *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	100	100	J
Sulfato de potasio 150% (*T. asperellum* cepa HEVH-32)	100	100	J
Sulfato de potasio 50% *(T. viride* cepa TV-C)	100	100	J
Sulfato de potasio 50% *(T. harzianum* cepa TH-C)	100	100	J
Sulfato de potasio 50% *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	100	100	J
Sulfato de potasio 50% *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	100	100	J
Sulfato de potasio 50% *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	100	100	J
Zinc *(T. viride* cepa TV-C)	100	100	J
Zinc (*T. harzianum* cepa TH-C)	100	100	J
Zinc *(T. asperellum* cepa TA-C)	100	100	J
Zinc *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	100	100	J
Zinc *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	100	100	J
Zinc *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	100	100	J

Nota: Las letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05).

5.2.3 Porcentaje de inhibición de Trichoderma frente a fertilizantes in vitro

Para la variable porcentaje de inhibición de las cepas de *Trichoderma* frente a diferentes fertilizantes, de igual manera se realizó la prueba no paramétrica de Kruskall Wallis, en el que el p-Valor 0.010 fue menor al nivel de significancia de 0.05, rechazando así la hipótesis nula, por ello se determinó que si existe diferencias significativas entre los tratamientos lo cual se reafirma en la tabla 27. Donde se observaron niveles significativos de inhibición en tratamientos con calcio (*T. viride* cepa TV-C), (*T. harzianum* cepa TH-C), (*T. asperellum* cepa TA-C), (*T. asperellum* cepas HE-ART-118) y con algunas combinaciones de fosfato de monoamónico, nitrato de amonio y sulfato de potasio con (*T. asperellum* cepa TA-C), con valores de inhibición entre 11% y 43%.

Por el contrario, la mayoría de tratamientos de zinc, sulfato de potasio, nitrato de amonio y fosfato de monoamónico los cuales mostraron 0% de inhibición, lo que indica tolerancia total al fertilizante.

Tabla 27

Comparación de medias para el porcentaje de inhibición (%) de Trichoderma en presencia de fertilizantes.

Tratamientos	Media	Mediana	
Calcio *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0	0	A
Calcio *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	0	A
Fosfato de monoamónico 50% *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	0	0	A
Fosfato de monoamónico 50% *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0	0	A
Fosfato de monoamónico 50% *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	0	A
Fosfato de monoamónico 100% *(T. viride* cepa TV-C)	0	0	A
Fosfato de monoamónico 100% *(T. harzianum* cepa TH-C)	0	0	A
Fosfato de monoamónico 100% *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0	0	A
Fosfato de monoamónico 100% *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	0	A
Fosfato de monoamónico 150% *(T. viride* cepa TV-C)	0	0	A
Fosfato de monoamónico 150% *(T. harzianum* cepa TH-C)	0	0	A
Fosfato de monoamónico 150% *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	0	0	A
Fosfato de monoamónico 150% *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0	0	A
Fosfato de monoamónico 150% *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	0	A
Nitrato de amonio 100% *(T. viride* cepa TV-C)	0	0	A
Nitrato de amonio 100% *(T. harzianum* cepa TH-C)	0	0	A
Nitrato de amonio 100% *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	0	0	A
Nitrato de amonio 100% *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0	0	A
Nitrato de amonio 100% (*T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	0	A
Nitrato de amonio 150% *(T. viride* cepa TV-C)	0	0	A
Nitrato de amonio 150% *(T. harzianum* cepa TH-C)	0	0	A
Nitrato de amonio 150% (*T. asperellum* cepa HE-ART-118)	0	0	A
Nitrato de amonio 150% *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0	0	A
Nitrato de amonio 150% *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	0	A
Nitrato de amonio 50% *(T. viride* cepa TV-C)	0	0	A
Nitrato de amonio 50% *(T. harzianum* cepa TH-C)	0	0	A
Nitrato de amonio 50% *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	0	0	A
Nitrato de amonio 50% *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0	0	A
Nitrato de amonio 50% *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	0	A
Sulfato de potasio 100% *(T. viride* cepa TV-C)	0	0	A

Sulfato de potasio 100% *(T. harzianum* cepa TH-C)	0	0	A
Sulfato de potasio 100% *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	0	0	A
Sulfato de potasio 100% *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0	0	A
Sulfato de potasio 100% *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	0	A
Sulfato de potasio 150% *(T. viride* cepa TV-C)	0	0	A
Sulfato de potasio 150% *(T. harzianum* cepa TH-C)	0	0	A
Sulfato de potasio 150% *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	0	0	A
Sulfato de potasio 150% *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0	0	A
Sulfato de potasio 150% (*T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	0	A
Sulfato de potasio 50% *(T. viride* cepa TV-C)	0	0	A
Sulfato de potasio 50% *(T. harzianum* cepa TH-C)	0	0	A
Sulfato de potasio 50% *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	0	0	A
Sulfato de potasio 50% *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0	0	A
Sulfato de potasio 50% *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	0	A
Zinc *(T. viride* cepa TV-C)	0	0	A
Zinc (*T. harzianum* cepa TH-C)	0	0	A
Zinc *(T. asperellum* cepa TA-C)	0	0	A
Zinc *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	0	0	A
Zinc *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0	0	A
Zinc *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	0	A
Fosfato de monoamónico 100% *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	5	6.99	B
Fosfato de monoamónico 50% *(T. harzianum* cepa TH-C)	8.15	7.67	BC
Fosfato de monoamónico 150% *(T. asperellum* cepa TA-C)	11.23	10.85	CD
Sulfato de potasio 150% *(T. asperellum* cepa TA-C)	11.23	10.85	CD
Fosfato de monoamónico 50% *(T. viride* cepa TV-C)	14.4	16.16	DE
Nitrato de amonio 100% *(T. asperellum* cepa TA-C)	16.69	16.94	EF
Fosfato de monoamónico 100% *(T. asperellum* cepa TA-C)	17.67	17.36	EFG
Fosfato de monoamónico 50% *(T. asperellum* cepa TA-C)	18.63	18.94	EFG
Nitrato de amonio 50% *(T. asperellum* cepa TA-C)	19.27	22.49	EFG
Nitrato de amonio 150% (*T. asperellum* cepa TA-C)	21.14	21.41	FGH
Sulfato de potasio 100% *(T. asperellum* cepa TA-C)	22.01	25.25	GHI
Sulfato de potasio 50% *(T. asperellum* cepa TA-C)	25.86	26.94	HI
Calcio *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	26.76	38.94	I
Calcio *(T. asperellum* cepa TA-C)	38.99	41.36	J
Calcio *(T. viride* cepa TV-C)	41.79	43.98	J
Calcio *(T. harzianum* cepa TH-C)	43.65	77.51	J

Nota: Las letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05).

5.2.4. Compatibilidad de Trichoderma frente a fertilizantes in vitro

De acuerdo con la clasificación propuesta por Fernández et al. (2016), todos los tratamientos evaluados presentaron porcentajes de crecimiento superiores al 60%, por lo que se consideran +++ Compatibles (tabla 28). Esto indica que, bajo las condiciones de ensayo, ninguno de los fertilizantes evaluados ejerció un efecto inhibitorio severo sobre el desarrollo micelial de las cepas de *Trichoderma*.

Particularmente, todos los fertilizantes Fosfato monoamónico (en todas sus concentraciones), Nitrato de amonio (en todas sus concentraciones), Sulfato de potasio (en todas sus concentraciones), Zinc (en todas sus concentraciones) y los tratamientos Calcio (*T. asperellum* cepa HE-ART-161), Calcio (*T. asperellum* cepa HEVH-32), Calcio (*T. asperellum* cepas HEART-118), Calcio (*T. asperellum* cepa TA-C) mostraron ser compatibles (+++) con todas las cepas, cave recalcar que los únicos tratamientos que mostraron una mediana compatibilidad (++) fueron Calcio (*T. viride* cepa TV-C), Calcio (*T. harzianum* cepa TH-C),con valores de 58.2%, 56.35% correspondientemente, del mismo modo todos los resultados de compatibilidad se contrastan en la figura 13.

Tabla 28

Clasificación de la compatibilidad de cepas de Trichoderma con fertilizantes sintéticos

Tratamientos	Medias	Escala de Compatibilidad
Calcio *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	100	Compatible (+++)
Calcio *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	100	Compatible (+++)
Fosfato de monoamónico 50% *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	100	Compatible (+++)
Fosfato de monoamónico 50% *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	100	Compatible (+++)
Fosfato de monoamónico 50% *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	100	Compatible (+++)
Fosfato de monoamónico 100% *(T. viride* cepa TV-C)	100	Compatible (+++)
Fosfato de monoamónico 100% *(T. harzianum* cepa TH-C)	100	Compatible (+++)
Fosfato de monoamónico 100% *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	100	Compatible (+++)
Fosfato de monoamónico 100% *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	100	Compatible (+++)
Fosfato de monoamónico 150% *(T. viride* cepa TV-C)	100	Compatible (+++)
Fosfato de monoamónico 150% *(T. harzianum* cepa TH-C)	100	Compatible (+++)
Fosfato de monoamónico 150% *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	100	Compatible (+++)
Fosfato de monoamónico 150% *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	100	Compatible (+++)
Fosfato de monoamónico 150% *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	100	Compatible (+++)

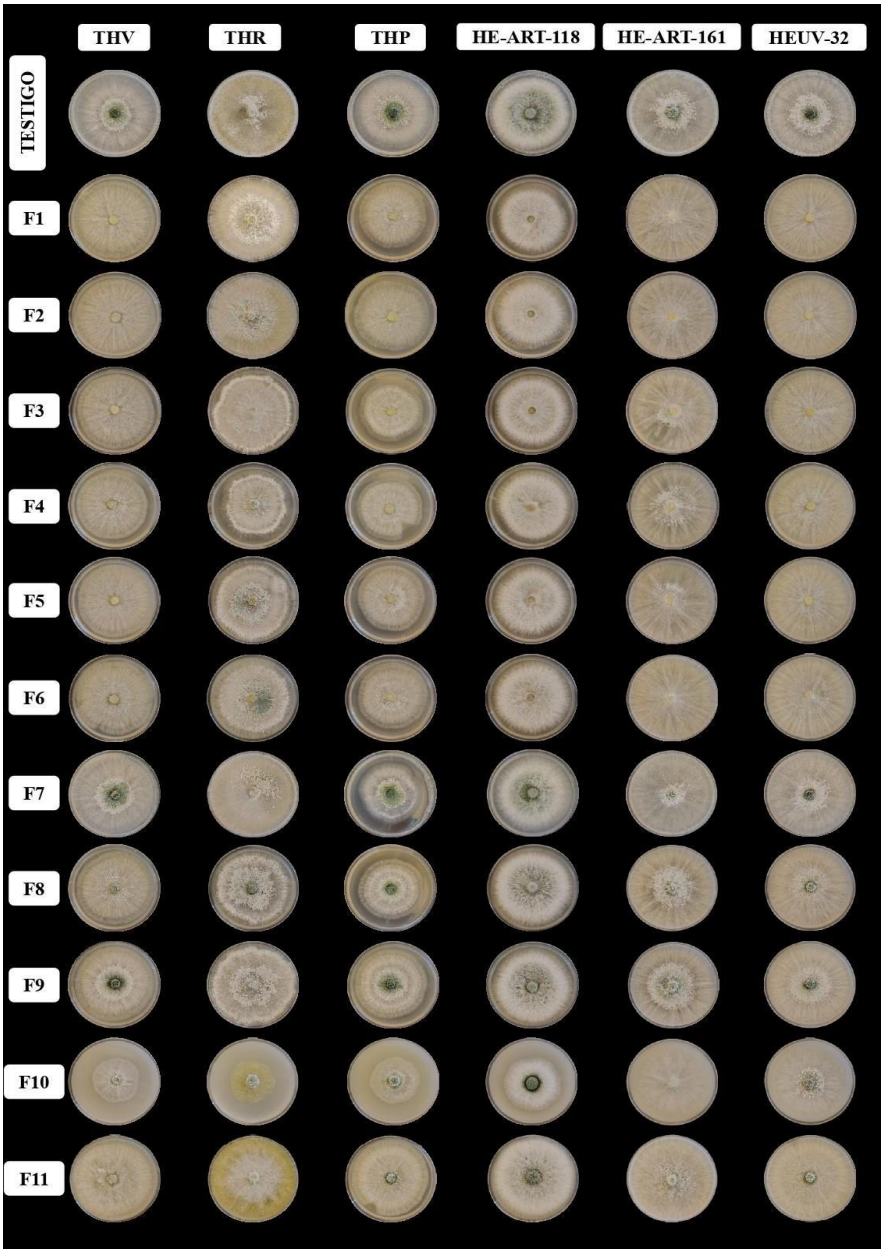
Nitrato de amonio 100% *(T. viride* cepa TV-C)	100	Compatible (+++)
Nitrato de amonio 100% *(T. harzianum* cepa TH-C)	100	Compatible (+++)
Nitrato de amonio 100% *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	100	Compatible (+++)
Nitrato de amonio 100% *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	100	Compatible (+++)
Nitrato de amonio 100% (*T. asperellum* cepa HEVH-32)	100	Compatible (+++)
Nitrato de amonio 150% *(T. viride* cepa TV-C)	100	Compatible (+++)
Nitrato de amonio 150% *(T. harzianum* cepa TH-C)	100	Compatible (+++)
Nitrato de amonio 150% (*T. asperellum* cepa HE-ART-118)	100	Compatible (+++)
Nitrato de amonio 150% *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	100	Compatible (+++)
Nitrato de amonio 150% *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	100	Compatible (+++)
Nitrato de amonio 50% *(T. viride* cepa TV-C)	100	Compatible (+++)
Nitrato de amonio 50% *(T. harzianum* cepa TH-C)	100	Compatible (+++)
Nitrato de amonio 50% *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	100	Compatible (+++)
Nitrato de amonio 50% *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	100	Compatible (+++)
Nitrato de amonio 50% *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	100	Compatible (+++)
Sulfato de potasio 100% *(T. viride* cepa TV-C)	100	Compatible (+++)
Sulfato de potasio 100% *(T. harzianum* cepa TH-C)	100	Compatible (+++)
Sulfato de potasio 100% *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	100	Compatible (+++)
Sulfato de potasio 100% *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	100	Compatible (+++)
Sulfato de potasio 100% *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	100	Compatible (+++)
Sulfato de potasio 150% *(T. viride* cepa TV-C)	100	Compatible (+++)
Sulfato de potasio 150% *(T. harzianum* cepa TH-C)	100	Compatible (+++)
Sulfato de potasio 150% *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	100	Compatible (+++)
Sulfato de potasio 150% *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	100	Compatible (+++)
Sulfato de potasio 150% (*T. asperellum* cepa HEVH-32)	100	Compatible (+++)
Sulfato de potasio 50% *(T. viride* cepa TV-C)	100	Compatible (+++)
Sulfato de potasio 50% *(T. harzianum* cepa TH-C)	100	Compatible (+++)
Sulfato de potasio 50% *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	100	Compatible (+++)
Sulfato de potasio 50% *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	100	Compatible (+++)
Sulfato de potasio 50% *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	100	Compatible (+++)
Zinc *(T. viride* cepa TV-C)	100	Compatible (+++)
Zinc (*T. harzianum* cepa TH-C)	100	Compatible (+++)
Zinc *(T. asperellum* cepa TA-C)	100	Compatible (+++)
Zinc *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	100	Compatible (+++)
Zinc *(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	100	Compatible (+++)
Zinc *(T. asperellum* cepa HEVH-32)	100	Compatible (+++)
Fosfato de monoamónico 100% *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	95	Compatible (+++)
Fosfato de monoamónico 50% *(T. harzianum* cepa TH-C)	91.85	Compatible (+++)
Fosfato de monoamónico 150% *(T. asperellum* cepa TA-C)	88.77	Compatible (+++)
Sulfato de potasio 150% *(T. asperellum* cepa TA-C)	88.77	Compatible (+++)
Fosfato de monoamónico 50% *(T. viride* cepa TV-C)	85.6	Compatible (+++)

Nitrato de amonio 100% *(T. asperellum* cepa TA-C)	83.31	Compatible (+++)
Fosfato de monoamónico 100% *(T. asperellum* cepa TA-C)	82.33	Compatible (+++)
Fosfato de monoamónico 50% *(T. asperellum* cepa TA-C)	81.37	Compatible (+++)
Nitrato de amonio 50% *(T. asperellum* cepa TA-C)	80.73	Compatible (+++)
Nitrato de amonio 150% (*T. asperellum* cepa TA-C)	78.86	Compatible (+++)
Sulfato de potasio 100% *(T. asperellum* cepa TA-C)	77.99	Compatible (+++)
Sulfato de potasio 50% *(T. asperellum* cepa TA-C)	74.14	Compatible (+++)
Calcio *(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	73.24	Compatible (+++)
Calcio *(T. asperellum* cepa TA-C)	61.01	Compatible (+++)
Calcio *(T. viride* cepa TV-C)	58.2	Medianamente compatible (++)
Calcio *(T. harzianum* cepa TH-C)	56.35	Medianamente compatible (++)

Nota: Compatible: +++, Medianamente compatible ++, ligeramente compatible +, incompatible -.

Figura 13

Desarrollo micelial de Trichoderma en medios PDA con fertilizantes in vitro.



Nota: Fertilizantes: F1(Nitrato de amonio 50%), F2 (Nitrato de amonio 100%), F3 (Nitrato de amonio 150%), F4 (Fosfato de monoamónico 50%), F5 (Fosfato de monoamónico 100%), F6 (Fosfato de monoamónico 150%), F7 (Sulfato de potasio 50%), F8 (Sulfato de potasio 100%), F9 (Sulfato de potasio 150%), F10 (Calcio), F11 (Zinc). Cepas: THV (comercial), THR (comercial), THP (comercial), HE-ART-118 (autóctona), HE-ART-161 (autóctona), HEUV-32 (autóctona). Elaboración propia (2025).

VI. DISCUSION DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos en esta investigación evidencian una clara variabilidad en la compatibilidad de cepas de *Trichoderma* frente a diferentes grupos de agroquímicos convencionales (insecticidas, acaricidas, fungicidas, herbicidas y fertilizantes), lo que resalta la necesidad de considerar tanto la cepa como el compuesto específico al implementar estrategias de manejo integrado de cultivo.

La compatibilidad de *Trichoderma* con insecticidas mostró un comportamiento diferencial. Las combinaciones con Imidacloprid, Fipronilo y Emamectin benzoato permitieron un crecimiento completo (100%) en todas las cepas evaluadas, evidenciando una alta compatibilidad, según la escala de Fernández et al. (2021). Este comportamiento podría deberse a la menor toxicidad de estas moléculas sobre hongos benéficos que fue reportado por Castellanos et al. (2015), quienes hallaron nula repercusión de insecticidas como cipermetrina sobre *T. harzianum*. Asimismo Budha et al. (2022) reportaron que cepas nativas de *Trichoderma* toleran bien insecticidas como malathion e imidacloprid, manteniendo crecimiento micelial con inhibición mínima. Por su parte, Sabogal et al., 2023) revelaron que *T. asperellum* (TCA-21) toleró concentraciones de hasta 1200 mg/L de clorpirifos, con más de 59 % de germinación y actividad antagonista intacta.

En contraste, La Permetrina, por su parte, presentó un comportamiento intermedio y variable según la cepa, lo que podría explicarse por diferencias en mecanismos de detoxificación en las distintas especies de *Trichoderma*.

En el grupo de los acaricidas, se observó una clara superioridad de Abamectina, que permitió el crecimiento total de las cepas (100%) sin inhibición alguna. Por el contrario, Bifenazate mostró una inhibición superior al 79% en algunas combinaciones, revelando su alta toxicidad sobre cepas como *T. harzianum*. Este efecto fue también evidenciado visualmente en placas con escaso micelio, lo que coincide con lo reportado por Reyes et al. (2012) en arroz, donde herbicidas y acaricidas inhibieron a *T. asperellum* en dosis elevadas.

Con respecto a los fungicidas, este fue el más restrictivo para el desarrollo de *Trichoderma spp.*, presentando altos porcentajes de inhibición (promedio de 68.47%). Compuestos como Fludioxonil, Cyprodinil y combinaciones como Azoxystrobin + Difenoconazole fueron completamente incompatibles, con 0% de crecimiento. Solo algunos fungicidas, como Azufre,

Boscalid y Metalaxil, permitieron un crecimiento total, por lo que podrían considerarse como opciones seguras para programas integrados. García (2019) también halló resultados similares en rosas, donde la mayoría de fungicidas comerciales fueron incompatibles con *T. harzianum*. Poudel et al. (2024), encontraron que Mancozeb, metalaxyl+mancozeb y cobre-oxicloro son compatibles al 0.39 % inhibición en cepas nativas de *Trichoderma*. Asimismo, Sunkad et al. (2023) reportaron que *T. asperellum* tolera Azoxystrobin y cobre-oxicloroide, pero es totalmente inhibida por Carbendazim a cualquier concentración.

El herbicida Glifosato resultó ser completamente incompatible con todas las cepas evaluadas, causando una inhibición total del desarrollo micelial. Esta toxicidad coincide con estudios previos como el de Franco & Orrego (2013), quienes reportaron inhibiciones similares por herbicidas sistémicos al igual que Lalremruatpuii & Banik (2022) mostraron que herbicidas como metribuzin y pendimetalin reducen drásticamente la población de *Trichoderma* en condiciones de suelo y planta, afectando crecimiento de tomate.

A diferencia de los agroquímicos anteriores, los fertilizantes mostraron, en su mayoría, alta compatibilidad, alcanzando en muchas combinaciones tasas de crecimiento de 8.5 mm/día (100%). Los fertilizantes más favorables fueron el fosfato de monoamónico, nitrato de amonio, sulfato de potasio y zinc, en todas las concentraciones evaluadas. En contraste, el calcio mostró un efecto negativo sobre algunas cepas, con tasas de crecimiento que descendieron hasta 4.79 mm/día y porcentajes de crecimiento de apenas 56.35%. Estos hallazgos respaldan lo propuesto por estudios recientes de Abdenaceur et al. (2022) donde demuestran que cepas de *Trichoderma* pueden solubilizar fosfatos, producir fitohormonas (AIA, GA) y enzimas como quitinasa, celulasas y fosfatasas, lo cual con frecuencia estimula su esporulación y actividad enzimática sin efecto adverso cuando las concentraciones de iones como Ca^{2+} no son excesivas.

VII. CONCLUSIONES

Se confirmó que la compatibilidad entre agroquímicos convencionales y cepas de *Trichoderma* varía significativamente, tanto por el tipo de compuesto químico como por la cepa utilizada.

Respecto al efecto de pesticidas sintéticos empleados en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) sobre el crecimiento micelial de cepas de *Trichoderma* en condiciones in vitro**.** Los insecticidas y acaricidas, se determinó que la mayoría de los productos evaluados fueron compatibles con las cepas de *Trichoderma*, manteniendo tasas de crecimiento similares al control. Sin embargo, Abamectina mostró efectos negativos en algunas cepas, lo que indica la necesidad de precaución en su aplicación conjunta.

En relación con los fungicidas, se concluye que varios ingredientes activos como Fludioxonil, Cyprodinil y la mezcla Azoxystrobin + Difenoconazole inhibieron totalmente el crecimiento micelial de *Trichoderma*, clasificándolos como incompatibles. Esto demuestra que la aplicación conjunta de fungicidas sintéticos con *Trichoderma* puede limitar su eficacia como agente de biocontrol.

En el caso del efecto de los fertilizantes inorgánicos empleados en el cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) sobre el crecimiento micelial de cepas de *Trichoderma* en condiciones in vitro. Se evidenció una amplia compatibilidad con las cepas evaluadas, favoreciendo su desarrollo micelial. No obstante, el fertilizante a base de calcio mostró variabilidad en los resultados, generando efectos diferenciales según la cepa utilizada.

La comparación entre cepas reveló diferencias significativas en los niveles de tolerancia frente a los agroquímicos, destacando que *T. viride* cepa TV-C presentó una mayor resistencia en comparación con *T. harzianum* cepa TH-C y *T. asperellum* cepa TA-C. Este hallazgo resalta la importancia de seleccionar cepas específicas de *Trichoderma* para su integración en programas de manejo integrado de cultivos.

VIII. RECOMENDACIONES

Se recomienda a los productores de fresa utilizar insecticidas como Permetrina, Fipronilo y Emamectin benzoato dentro de programas de manejo integrado de plagas, ya que mostraron alta compatibilidad con las cepas de *Trichoderma* evaluadas, sin afectar su desarrollo micelial. A los productores se les sugiere evitar el uso simultáneo o inmediato de herbicidas como Glifosato en áreas tratadas con *Trichoderma*, debido a su efecto inhibitorio severo sobre el crecimiento micelial, lo cual compromete la eficacia del biocontrol. Asimismo, se recomienda a los técnicos y asesores fitosanitarios evaluar previamente la compatibilidad de fungicidas con *Trichoderma* antes de su aplicación en campo, priorizando aquellos con menor toxicidad o aplicándolos en momentos distintos a la inoculación del hongo.

A los agricultores se les aconseja priorizar el uso de fertilizantes compatibles como el sulfato de potasio, especialmente en dosis intermedias, ya que pueden favorecer el crecimiento micelial; mientras que deben evitarse concentraciones elevadas de calcio, que mostraron efectos limitantes. A las empresas productoras y comercializadoras de biocontrolador se les recomienda seleccionar cepas comerciales como *T. viride* o *T. asperellum* en sistemas agrícolas convencionales, dado que demostraron mayor tolerancia frente a diferentes agroquímicos en comparación con cepas autóctonas.

Por otro lado, se sugiere a los investigadores aplicar pruebas de compatibilidad en condiciones locales antes de combinar agroquímicos con microorganismos benéficos, considerando que la respuesta de *Trichoderma* puede variar según el tipo de suelo, clima o formulación del producto. A la comunidad científica y a los entes reguladores se les recomienda validar los resultados experimentales en condiciones de campo, con el fin de determinar la eficacia real de las cepas frente a los agroquímicos en interacción con los factores edafoclimáticos propios del cultivo de fresa. Finalmente, se insta a las instituciones públicas y organizaciones agrícolas a fomentar la capacitación de agricultores y técnicos sobre el uso conjunto de agroquímicos compatibles con agentes de biocontrol, promoviendo una agricultura más sostenible, eficiente y respetuosa con los microorganismos benéficos del suelo.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aamir, M., Shanmugam, V., Dubey, M. K., Husain, F. M., Adil, M., Ansari, W. A., Rai, A., & Sah, P. (2023). Transcriptomic characterization of *Trichoderma harzianum* T34 primed tomato plants: Assessment of biocontrol agent induced host specific gene expression and plant growth promotion. *BMC Plant Biology*, *23*(1), 552. https://doi.org/10.1186/s12870-023-04502-6

Abdenaceur, R., Farida, B., Mourad, D., Rima, H., Zahia, O., & Fatma, S.-H. (2022). Effective biofertilizer *Trichoderma* spp. Isolates with enzymatic activity and metabolites enhancing plant growth. *International Microbiology*, *25*(4), 817-829. https://doi.org/10.1007/s10123-022-00263-8

Agraria. (2023). Actualmente la industria de la fresa en Perú se maneja con variedades muy degeneradas, que tienden a la baja productividad. *Agraria.pe Agencia Agraria de Noticias*. https://agraria.pe/noticias/actualmente-la-industria-de-la-fresa-en-peru-se-maneja-con-v-31153

Agrevo. (2025). *Tornade 500 EC – Agrevo Peruana | Más valor para tu cultivo*. https://agrevoperuana.com/producto/tornade/

Agrios, G. N. (2005). *Plant Pathology* (Vol. 31). Elsevier. https://doi.org/10.7764/rcia.v31i2.1305

Argumedo Delira, R., Alarcón, A., Ferrera Cerrato, R., & Peña Cabriales, J. J. (2009). El género fúngico *Trichoderma* y su relación con los contaminantes orgánicos e inorgánicos. *Revista internacional de contaminación ambiental*, *25*(4), 257-269.

Asef, M., Goltapeh, E., & Danesh, Y. (2008). Antagonistic effects of *Trichoderma* species in biocontrol of Armillaria mellea in fruit trees in Iran. *Journal of Plant Protection Research*, *48*(2). http://psjd.icm.edu.pl/psjd/element/bwmeta1.element.oai-journals-pan-pl-106130/c/oai-journals-pan-pl-106130_full-text_JPPR_48_2_09_Asef.pdf

BASF. (2025a). *Cantus®—Fungicida para semillas – BASF Perú*. https://agriculture.basf.com/basf/agriculture/pe/es/proteccion-de-cultivos/productos/cantus

BASF. (2025b). *Regent® 4 SC Insecticida de amplio control | BASF*. https://agriculture.basf.com/basf/agriculture/mx/es/proteccion-de-cultivos-y-semillas/productos/regent-4-sc

Bayer. (2025). *TELDOR SC® | Proteccion de Cultivos | Agro Bayer*. https://www.agro.bayer.pe/es-pe/productos/product-details.html/fungicide/teldor_sc.html

Bayer Crop Science. (2025). *Scala® 40 SC - AgroServicios | Bayer Crop Science Perú*. https://agroservicios.bayer.com

Bayer CropScience. (2025). *Luna® Experience | Bayer*. https://www.cropscience.bayer.es/cpd/fungicidas-bcs-luna-experience-es-es

Bayer CropScience España. (2023). *Oberon® -*. https://www.cropscience.bayer.es/Productos/Insecticides/Oberon

Benítez, T., Rincón, A. M., Limón, M. C., & Codon, A. C. (2004). Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. *International microbiology*, *7*(4), 249-260.

Brotman, Y., Kapuganti, J. G., & Viterbo, A. (2010). Trichoderma. *Current Biology*, *20*(9), R390-R391. https://doi.org/10.1016/j.cub.2010.02.042

Budha, C. B., Shrestha, S. M., Manandhar, H. K., & Baidya, S. (2022). In vitro Compatibility of Some Native Isolates of *Trichoderma* spp. With Commonly used Pesticides. *Journal of the Plant Protection Society*, 114-122. https://doi.org/10.3126/jpps.v7i01.47295

Cañedo, V., & Ames, T. (2004). *Manual de Laboratorio para el Manejo de Hongos Entomopatógenos*. International Potato Center. https://doi.org/cip@cgiar.org, www.cipotato.org

Cardenas, J., Doll, J. D., & Romero, C. (1972). *Clasificación de herbicidas* (pp. 1-34). ICA, [19–]. https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/23580/22729_3697.pdf?sequence=1

Castellanos González, L., Lorenzo Nicao, M. E., Muiño, B. L., Hernández Pérez, R., & Guillen Sánchez, D. (2015). Efecto in vitro de plaguicidas comerciales sobre *Trichoderma harzianum* cepa A- 34. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo*, *47*(2), 185-196.

Castillo, A. (2004). Propagación de plantas por cultivo in vitro: Una biotecnología que nos acompaña hace mucho tiempo. *INIA, Uruguay*. http://www.inia.uy/publicaciones/documentos%20compartidos/111219220807102417.pdf

Castro T., A. M., & Rivillas O., C. A. (2012). *Trichoderma spp modos de acción eficacia y usos en el cultivo de café*. https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/577

Cedeño Masapanta, D. A., & Vasconez Monsalve, E. R. (2023). *Evaluación del cultivo de ají tabasco (capsicum frutescens) con fertilizante inorgánico en la parroquia Guasaganda del cantón La Maná.* [bachelorThesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi, (UTC)]. http://localhost/handle/27000/11463

Chambe Mamani, E. S., Apaza, S., & Aguilar Anccota, R. (2021). Control biológico (*Trichoderma* spp.) y químico de roya amarilla (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.) del cafeto (*Coffea arabica* l.) en la provincia de Sandia—Puno. *Polo del Conocimiento*, *6*(2), Article 2. https://doi.org/10.23857/pc.v6i2.2283

Companioni González, B., Domínguez Arizmendi, G., & García Velasco, R. (2019). *Trichoderma*: Su potencial en el desarrollo sostenible de la agricultura. *Biotecnología Vegetal*, *19*(4), 237-248.

Cua Basulto, M. E., Ruíz Sánchez, E., Ballina Gómez, H., Chan Cupul, W., & Reyes-Ramírez, A. (2021). Efectos letales y subletales de acaricidas sintéticos en ácaros depredadores de la familia *Phytoseiidae. Acta universitaria*, *31*. https://doi.org/10.15174/au.2021.3052

Espinosa de los Monteros, M. C. (2006). *Estudio de la variabilidad genética y organización cromosómica en el hongo fitopatógeno «Botrytis Cinerea»* [Tesis Doctoral, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz]. https://rodin.uca.es/handle/10498/15678

Farmagro. (2012). *ACARE 1.8 EC - Abamectina*. http://www.farmagro.com.pe/p/acare-1-8-ec/

Farmagro. (2013). *PRIVATE 350 SC - Imidacloprid*. http://www.farmagro.com.pe/p/private-350-sc/

Farmagro. (2014). *DESTRUCTOR - Glifosato*. http://www.farmagro.com.pe/p/destructor/

Fernandez, D., Torassa, M., & Pérez, M. A. (2021). Avaliação da compatibilidade in vitro de microrganismos (*Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens* e *Trichoderma atroviride*) com fungicidas comerciais, para a produção sustentável de amendoim. *South American Sciences*, *2*(edesp2), Article edesp2. https://doi.org/10.52755/sas.v2iedesp2.112

Flores Uceda, M. D. S. (2013). *"Compatibilidad de Trichoderma sp. Con los pesticidas azufre «Pantera 80 WP», fosetil de aluminio «Alliete», sulfato de cobre pentahidratado «Sulcopenta» y azufre-sulfato de cobre pentahidratado «Sulfocalcio R» en condiciones de laboratorio y campo"* [Tesis de pregrado, Universidad nacional de Trujillo]. https://hdl.handle.net/20.500.14414/3423

Franco Ortellado, B. M., & Orrego Fuente, A. L. (2013). Compatibilidad in vitro de aislados nativos de *Trichoderma* spp. Con fungicidas para el tratamiento de semillas. *Investigación Agraria*, *15*(1), 15-22.

García Murillo, P. G. (2019). Compatibilidad de un aislamiento del género *Trichoderma* con ocho fungicidas utilizados en el cultivo de rosa. *Redes de Ingeniería*, *10*(1), Article 1. https://doi.org/10.14483/2248762X.15091

Garrido Rondoy, M., & Vilela Severino, N. (2019). Capacidad antagónica de *Trichoderma harzianum* frente a *Rhizoctonia, Nakatea sigmoidea* y *Sclerotium rolfsii* y su efecto en cepas nativas de *Trichoderma* aisladas de cultivos de arroz. *Scientia Agropecuaria*, *10*(2), 199-206. https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.02.05

Gaviria Hernández, V., Patiño Hoyos, L. F., & Saldarriaga Cardona, A. (2013). Evaluación in vitro de fungicidas comerciales para el control de *Colletotrichum* spp., en mora de castilla. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, *14*(1), 67-75.

Giampieri, F., Forbes Hernandez, T. Y., Gasparrini, M., Afrin, S., Cianciosi, D., Reboredo Rodriguez, P., Varela Lopez, A., Quiles, J. L., Mezzetti, B., & Battino, M. (2017). The healthy effects of strawberry bioactive compounds on molecular pathways related to chronic diseases. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1398*(1), 62-71. https://doi.org/10.1111/nyas.13373

González Maldonado, M. B., Gurrola Reyes, J. N., & Chaírez Hernández, I. (2015). Productos biológicos para el control de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Revista Colombiana de Entomología*, *41*(2), 200-204.

Guazzone, N., Jones, E. E., Condron, L. M., McLean, K. L., Stewart, A., & Ridgway, H. J. (2016). Rhizosphere and endophytic colonisation of ryegrass and sweet corn roots by the isolate *Trichoderma atroviride* LU132 at different soil pHs. *New Zealand Plant Protection*, *69*, 78-85. https://doi.org/10.30843/nzpp.2016.69.5918

Guzmán Plazola, P., Guevara Gutiérrez, R. D., Olguín López, J. L., & Mancilla Villa, O. R. (2016). Perspectiva campesina, intoxicaciones por plaguicidas y uso de agroquímicos. *Idesia (Arica)*, *34*(3), 69-80. https://doi.org/10.4067/S0718-34292016000300009

Hernández Lauzardo, A. N., Bautista Baños, S., Velázquez del Valle, M. G., & Hernández Rodríguez, A. (2007). Uso de Microorganismos Antagonistas en el Control de Enfermedades Postcosecha en Frutos. *Revista mexicana de fitopatología*, *25*(1), 66-74.

Infante, D., Martínez, B., González, N., & Reyes, Y. (2009). Mecanismos de acción de Trichoderma frente a hongos fitopatógenos. *Revista de protección vegetal*, *24*(1), 14-21.

Izurieta Cherrez, E. L. (2021). *Sensibilidad in vitro de especies de Trichoderma spp. Aisladas de suelos forestales a fungicidas de diferente modo de acción.* [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/15935

Jacobsen, C. S., & Hjelmsø, M. H. (2014). Agricultural soils, pesticides and microbial diversity. *Current Opinion in Biotechnology*, *27*, 15-20. https://doi.org/10.1016/j.copbio.2013.09.003

Koo, W. (2024, enero 16). Fresas Perú Exportación 2023 diciembre. *Agrodataperu*. https://www.agrodataperu.com/2024/01/fresas-peru-exportacion-2023-diciembre.html

Kumar, N., Singh, S., & Singh, S. (2017). *Screening of tolerance and compatibility of Trichoderma viride against common fertilizers and fungicides*. 1871-1874.

Lalremruatpuii, A., & Banik, S. (2022). Effect of pesticides on population dynamics of *Trichoderma* sp. and tomato plant in pot culture study: Effect of pesticides on *Trichoderma* and performance of tomato. *Journal of AgriSearch*, *9*(2), Article 2. https://doi.org/10.21921/jas.v9i02.10120

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]. http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3018

López Ferrer, Ú. D. C., Brito Vega, H., López Morales, D., Salaya Domínguez, J. M., & Gómez Méndez, E. (2017). Papel de *Trichoderma* en los sistemas agroforestales-cacaotal como un agente antagónico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, *20*(1). https://doi.org/10.56369/tsaes.2278

Luna Rodríguez, J. A., & 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), 67-84.

Maharana, B., Mahalle, S., Bhende, R., & Dafale, N. A. (2025). Repercussions of Prolonged Pesticide Use on Natural Soil Microbiome Dynamics Using Metagenomics Approach. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, *197*(1), 73-93. https://doi.org/10.1007/s12010-024-05033-y

Martínez, B., Infante, D., & Peteira, B. (2015). Taxonomía polifásica y variabilidad en el género *Trichoderma*. *Revista de Protección Vegetal*, *30*, 11-22.

Martínez, B., Infante, D., & Reyes, Y. (2013). *Trichoderma spp. Y su función en el control de plagas en los cultivos*. *28*(1).

Midagri. (2008). Estudio de la Fresa en el Perú y el Mundo. *Ministerio de Agricultura y Riego*. http://repositorio.midagri.gob.pe:80/jspui/handle/20.500.13036/451

Mohammad H., B., & Landeros Flores, J. (2007). Plaguicidas que afectan a la salud humana y la sustentabilidad. *CULCyT: Cultura Científica y Tecnológica*, *4*(19), 21-34.

Neoagrum. (2025). NEOAGRUM productos, kieto 150 wg. *Neoagrum*. https://neoagrum.com.pe/detalle/70/kieto-150-wg

Olivera Soto, J. A. (2003, enero). El cultivo de la fresa en el Perú. *Instituto Nacional de Innovación Agraria*. Manual; n. 01. https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/897

Olivera Soto, J. A. (2012). Cultivo de fresa ((*Fragaria x ananassa* Duch). *Instituto Nacional de Innovación Agraria*, 1-63. https://www.google.com/search?q=agroquimicos+permitidos+para+la+exportacion

+de+fresa&oq=agroquimicos+permitidos+para+la+exportacion+de+fresa&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOTIICAEQABgWGB7SAQkyMjUyNWowajeoAgCwAgA&sourceid=chrome&ie=UTF-8#ip=1

Pastrana, A. M., Basallote-Ureba, M. J., Aguado, A., Akdi, K., & Capote, N. (2016). Biological control of strawberry soil-borne pathogens Macrophomina phaseolina and *Fusarium solani,* using *Trichoderma asperellum* and *Bacillus* spp. *Phytopathologia Mediterranea*, *55*(1), 109-120.

Pineda Insuasti, J. A., Benavides Sotelo, E. N., Duarte Trujillo, A. S., Burgos Rada, C. A., Soto Arroyave, C. P., Pineda Soto, C. A., Fierro Ramos, F. J., Mora Muñoz, E. S., & Álvarez Ramos, S. E. (2017). Producción de biopreparados de Trichoderma spp: Una revisión. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, *51*(1), 47-52.

Pineda Zambrano, M. C., & González García, H. (2020). Sensibilidad de una cepa nativa *Trichoderma harzianum* Rifai a dos fungicidas: Sensitivity of *Trichoderma harzianum* Rifai to two fungicides. *CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGROPECUARIA*, *5*(2), Article 2.

Poudel, S., Bahadur Pun, S., Paudel, R., Neupane, S., Pokharel, S., & Khanal, P. (2024). *Estudio de compatibilidad de Trichoderma sp. Con fungicidas químicos comúnmente utilizados por agricultores nepaleses, en condiciones in vitro | Revista Internacional de Biología Aplicada*. https://journal.unhas.ac.id/index.php/ijoab/article/view/34792?utm_source=chatgpt.com

Ramirez Ramirez, J. (2019). Potencial de biocontrol de cepas nativas de *Trichoderma* spp sobre la moniliasis (*Moniliophthora* sp) del cacao nativo fino de aroma, de la provincia de Bagua, Amazonas—2017 [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza - UNTRM]. En *Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza—UNTRM*. https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/1695

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

Reyes, Y., Infante, D., García-Borrego, J., Del Pozo, E., Cruz, A., & Martínez, B. (2012). Compatibilidad de *Trichoderma asperellum* Samuels con herbicidas de mayor uso en el cultivo de arroz. *Revista de Protección Vegetal*, *27*(1), 45-53.

Rodríguez Prieto, A. P. (2020). *Compatibilidad de fungicidas químicos, biológicos y de origen vegetal sobre el hongo benéfico Trichoderma harzianum, controlador de Fusarium oxysporum en plantas de tomate (Solanum lycopersium).* [Tesis de pregrado, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano]. https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/handle/20.500.12010/8628

Rojas Tapia, G. (2020). *Sensibilidad in vitro de cinco aislados de Trichoderma spp., a fungicidas* [Tesis de pregrado, Universidad autónoma del estado de México]. http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/109309

Sabogal Vargas, A. M., Wilson Krugg, J., Rojas Villacorta, W., De La Cruz Noriega, M., Otiniano, N. M., Rojas Flores, S., & Mendoza Villanueva, K. (2023). In Vitro Compatibility of Three Native Isolates of *Trichoderma* with the Insecticide Chlorpyrifos. *Applied Sciences*, *13*(2), Article 2. https://doi.org/10.3390/app13020811

Sautua, F. J., Baron, C., Pérez-Hernández, O., & Carmona, M. A. (2019). First report of resistance to carbendazim and procymidone in *Botrytis cinerea* from strawberry, blueberry and tomato in Argentina. *Crop Protection*, *125*, 104879. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.104879

Schaaf, A. A. (2013). Uso de pesticidas y toxicidad: Relevamiento en la zona agrícola de San Vicente, Santa Fe, Argentina. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, *4*(2), 323-331.

Shylaja, M., & Rao, M. S. (2012). In vitro compatibility studies of *Trichoderma harzianum* with inorganic fertilizers. *Nematologia Mediterranea*. https://journals.flvc.org/nemamedi/article/view/87079

Silvestre. (2012). COLOSO 50 SG. *Silvestre Perú*. https://silvestre.com.pe/productos/coloso-50-sg/

Silvestre Perú. (2025a). L-ESPECIALISTA 230SC. *Silvestre Perú*. https://silvestre.com.pe/productos/l-especialista-230sc/

Silvestre Perú. (2025b). OWNER 380 WG. *Silvestre Perú*. https://silvestre.com.pe/productos/owner-380-wg/

Silvestre Perú. (2025c). SULFA PLUS 800 WG. *Silvestre Perú*. https://silvestre.com.pe/productos/sulfa-plus-800-wg/

Silvestre Perú. (2025d). T-REX 360 SL. *Silvestre Perú*. https://silvestre.com.pe/productos/t-rex-360-sl/

Soesanto, L., Mugiastuti, E., Rahayuniati, R. F., Manan, A., & Dewi, R. S. (2018). Compatibility Test of Four *Trichoderma* spp. Isolates on Several Synthetic Pesticides. *AGRIVITA Journal of Agricultural Science*, *40*(3), Article 3. https://doi.org/10.17503/agrivita.v40i3.1126

Stefanova, M. (2007). Introducción y eficacia técnica del biocontrol de fitopatógenos con Trichoderma spp. En Cuba. *Fitosanidad*, *11*(3). https://agris.fao.org/search/en/providers/122597/records/64724a192c1d629bc979ce50

Sunkad, G., Joshi, R., & Patil, M. (2023). Compatibility of indigenous *Trichoderma asperellum* with chemical fungicides for the management of chickpea wilt. *Journal of Biological Control*, 06-12. https://doi.org/10.18311/jbc/2023/32435

Syngenta. (2016, septiembre 21). AMISTAR® TOP. *Syngenta*. https://www.syngenta.cl/product/crop-protection/fungicidas/amistarr-top-2

Torrez Ortiz, Y. Y. (2018). *Aislamiento y caracterización del hongo Trichoderma sp en suelos agrícolas de caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) en el departamento de Chinandega 2016* [Tesis de pregrado]. http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/6922/1/240627.pdf

TQC Tecnología Química y Comercio S.A. (2014a). Kenyo » TQC Tecnología Química y Comercio S.A. *TQC Tecnología Química y Comercio S.A.* https://www.tqc.com.pe/producto/kenyo/

TQC Tecnología Química y Comercio S.A. (2014b). Switch 62.5 WG » TQC Tecnología Química y Comercio S.A. *TQC Tecnología Química y Comercio S.A.* https://www.tqc.com.pe/producto/switch-62-5-wg/

TQC Tecnología Química y Comercio S.A. (2020). *Fitoklin » TQC Tecnología Química y Comercio S.A.* https://www.tqc.com.pe/producto/fitoklin/

TQC Tecnología Química y Comercio S.A. (2025). KRYOR 400 SC. *Talex*. https://www.talex.com.pe/producto/kryor-400-sc/

Ttacca, B. L., & Calderon, L. L. M. (2021). Control de hongos fitopatógenos asociados a semillas de palto *Persea americana* Mill. (Lauraceae) In Vitro. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *5*(3), 2690-2701. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i3.483

Uribe Ramos, M. J. (2013). *Compatibilidad entre el Nematicida oxamilo y Trichoderma viride en condiciones de laboratorio* [Tesis de postgrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/14072

Valetti, L., Paredes, J. A., Monguillot, J. H., & Rago, A. M. (2020). Evaluación de aislamiento de *Trichoderma* sp. Como agente de control biológico para el carbón de maní y su efecto en la promoción del crecimiento vegetal. *XXXV Jornada Nacional del Maní, General Cabrera, Córdoba, 17 y 18 de septiembre de 2020*. https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/8530

Zeilinger, S., Gruber, S., Bansal, R., & Mukherjee, P. K. (2016). Secondary metabolism in *Trichoderma* – Chemistry meets genomics. *Fungal Biology Reviews*, *30*(2), 74-90. https://doi.org/10.1016/j.fbr.2016.05.001

X. ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación del proyecto



Centro internacional de investigación para la sustentabilidad-CIIS de la Universidad Nacional De Cañete



Anexo 2. Datos del ensayo 1 insecticidas

Insc	Cps	Rad mm	Ts. De Crec.	% Crec.	% Inh.
Permetrina	*(T. viride* cepa TV-C)	24.6	4.9	57.9	42.1
Permetrina	*(T. viride* cepa TV-C)	26.4	5.3	62.1	37.9
Permetrina	*(T. viride* cepa TV-C)	28.8	5.8	67.8	32.2
Permetrina	*(T. harzianum* cepa TH-C)	28.5	5.7	67.1	32.9
Permetrina	*(T. harzianum* cepa TH-C)	29.9	6	70.4	29.6
Permetrina	*(T. harzianum* cepa TH-C)	28.8	5.8	67.8	32.2
Permetrina	*(T. asperellum* cepa TA-C)	25.2	5	59.3	40.7
Permetrina	*(T. asperellum* cepa TA-C)	25.4	5.1	59.8	40.2
Permetrina	*(T. asperellum* cepa TA-C)	23.7	4.7	55.8	44.2
Permetrina	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	13.9	2.8	32.7	67.3
Permetrina	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	10.6	2.1	24.9	75.1
Permetrina	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	10.9	2.2	25.6	74.4
Permetrina	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	24.7	4.9	58.1	41.9
Permetrina	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	20.5	4.1	48.2	51.8
Permetrina	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	24.9	5	58.6	41.4
Permetrina	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	19.2	3.8	45.2	54.8
Permetrina	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	18.6	3.7	43.8	56.2
Permetrina	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	20.3	4.1	47.8	52.2
Fipronilo	*(T. viride* cepa TV-C)	34.8	7	81.9	18.1
Fipronilo	*(T. viride* cepa TV-C)	36.3	7.3	85.4	14.6
Fipronilo	*(T. viride* cepa TV-C)	36.6	7.3	86.1	13.9
Fipronilo	*(T. harzianum* cepa TH-C)	32.7	6.5	76.9	23.1
Fipronilo	*(T. harzianum* cepa TH-C)	34.9	7	82.1	17.9
Fipronilo	*(T. harzianum* cepa TH-C)	35.1	7	82.6	17.4
Fipronilo	*(T. asperellum* cepa TA-C)	42.5	8.5	100	0
Fipronilo	*(T. asperellum* cepa TA-C)	42.5	8.5	100	0
Fipronilo	*(T. asperellum* cepa TA-C)	42.5	8.5	100	0
Fipronilo	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Fipronilo	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Fipronilo	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Fipronilo	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Fipronilo	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Fipronilo	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Fipronilo	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Fipronilo	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Fipronilo	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Emamectin benzoate + Lufenuron	*(T. viride* cepa TV-C)	25.9	5.2	60.9	39.1
Emamectin benzoate + Lufenuron	*(T. viride* cepa TV-C)	28.1	5.6	66.1	33.9

Emamectin benzoate + Lufenuron	*(T. viride* cepa TV-C)	27.2	5.4	64	36
Emamectin benzoate + Lufenuron	*(T. harzianum* cepa TH-C)	35.3	7.1	83.1	16.9
Emamectin benzoate + Lufenuron	*(T. harzianum* cepa TH-C)	35.9	7.2	84.5	15.5
Emamectin benzoate + Lufenuron	*(T. harzianum* cepa TH-C)	34.4	6.9	80.9	19.1
Emamectin benzoate + Lufenuron	*(T. asperellum* cepa TA-C)	29.8	6	70.1	29.9
Emamectin benzoate + Lufenuron	*(T. asperellum* cepa TA-C)	30.1	6	70.8	29.2
Emamectin benzoate + Lufenuron	*(T. asperellum* cepa TA-C)	26.7	5.3	62.8	37.2
Emamectin benzoate + Lufenuron	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	26.7	5.3	62.8	37.2
Emamectin benzoate + Lufenuron	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	26.3	5.3	61.9	38.1
Emamectin benzoate + Lufenuron	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	25.6	5.1	60.2	39.8
Emamectin benzoate + Lufenuron	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	30.3	6.1	71.3	28.7
Emamectin benzoate + Lufenuron	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	32.7	6.5	76.9	23.1
Emamectin benzoate + Lufenuron	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	33.6	6.7	79.1	20.9
Emamectin benzoate + Lufenuron	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	25.1	5	59.1	40.9
Emamectin benzoate + Lufenuron	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	24.4	4.9	57.4	42.6
Emamectin benzoate + Lufenuron	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	25.1	5	59.1	40.9
Emamectin Benzoato	*(T. viride* cepa TV-C)	42.5	8.5	100	0
Emamectin Benzoato	*(T. viride* cepa TV-C)	42.5	8.5	100	0
Emamectin Benzoato	*(T. viride* cepa TV-C)	42.5	8.5	100	0
Emamectin Benzoato	*(T. harzianum* cepa TH-C)	30.4	6.1	71.5	28.5
Emamectin Benzoato	*(T. harzianum* cepa TH-C)	28.4	5.7	66.8	33.2
Emamectin Benzoato	*(T. harzianum* cepa TH-C)	31.4	6.3	73.9	26.1
Emamectin Benzoato	*(T. asperellum* cepa TA-C)	42.5	8.5	100	0
Emamectin Benzoato	*(T. asperellum* cepa TA-C)	42.5	8.5	100	0
Emamectin Benzoato	*(T. asperellum* cepa TA-C)	42.5	8.5	100	0
Emamectin Benzoato	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Emamectin Benzoato	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Emamectin Benzoato	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Emamectin Benzoato	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Emamectin Benzoato	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Emamectin Benzoato	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Emamectin Benzoato	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Emamectin Benzoato	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Emamectin Benzoato	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Imidacloprid	*(T. viride* cepa TV-C)	42.5	8.5	100	0
Imidacloprid	*(T. viride* cepa TV-C)	42.5	8.5	100	0
Imidacloprid	*(T. viride* cepa TV-C)	42.5	8.5	100	0
Imidacloprid	*(T. harzianum* cepa TH-C)	42.5	8.5	100	0
Imidacloprid	*(T. harzianum* cepa TH-C)	42.5	8.5	100	0
Imidacloprid	*(T. harzianum* cepa TH-C)	42.5	8.5	100	0
Imidacloprid	*(T. asperellum* cepa TA-C)	42.5	8.5	100	0
Imidacloprid	*(T. asperellum* cepa TA-C)	42.5	8.5	100	0
Imidacloprid	*(T. asperellum* cepa TA-C)	42.5	8.5	100	0

Imidacloprid	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Imidacloprid	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Imidacloprid	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Imidacloprid	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Imidacloprid	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Imidacloprid	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Imidacloprid	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Imidacloprid	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Imidacloprid	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0

Anexo 3. Datos del ensayo 2 acaricidas

Acrd	Cps	Rad mm	Ts. De Crec.	% Crec.	% Inh.
Abamectina	*(T. viride* cepa TV-C)	35.7	7.1	84	16
Abamectina	*(T. viride* cepa TV-C)	36.2	7.2	85.2	14.8
Abamectina	*(T. viride* cepa TV-C)	36.8	7.4	86.6	13.4
Abamectina	*(T. harzianum* cepa TH-C)	42.5	8.5	100	0
Abamectina	*(T. harzianum* cepa TH-C)	42.5	8.5	100	0
Abamectina	*(T. harzianum* cepa TH-C)	42.5	8.5	100	0
Abamectina	*(T. asperellum* cepa TA-C)	42.5	8.5	100	0
Abamectina	*(T. asperellum* cepa TA-C)	42.5	8.5	100	0
Abamectina	*(T. asperellum* cepa TA-C)	42.5	8.5	100	0
Abamectina	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Abamectina	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Abamectina	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Abamectina	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Abamectina	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Abamectina	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Abamectina	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Abamectina	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Abamectina	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Spiromesifen + Abamectin	*(T. viride* cepa TV-C)	22.5	4.5	52.9	47.1
Spiromesifen + Abamectin	*(T. viride* cepa TV-C)	23.6	4.7	55.5	44.5
Spiromesifen + Abamectin	*(T. viride* cepa TV-C)	22.6	4.5	53.2	46.8
Spiromesifen + Abamectin	*(T. harzianum* cepa TH-C)	42.5	8.5	100	0
Spiromesifen + Abamectin	*(T. harzianum* cepa TH-C)	42.5	8.5	100	0
Spiromesifen + Abamectin	*(T. harzianum* cepa TH-C)	42.5	8.5	100	0
Spiromesifen + Abamectin	*(T. asperellum* cepa TA-C)	24.1	4.8	56.7	43.3
Spiromesifen + Abamectin	*(T. asperellum* cepa TA-C)	24.6	4.9	57.9	42.1
Spiromesifen + Abamectin	*(T. asperellum* cepa TA-C)	23.5	4.7	55.3	44.7
Spiromesifen + Abamectin	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	35.2	7	82.8	17.2
Spiromesifen + Abamectin	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	33.9	6.8	79.8	20.2
Spiromesifen + Abamectin	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	33.4	6.7	78.6	21.4
Spiromesifen + Abamectin	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	12.8	2.6	30.1	69.9
Spiromesifen + Abamectin	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	10.6	2.1	24.9	75.1
Spiromesifen + Abamectin	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	10.4	2.1	24.5	75.5
Spiromesifen + Abamectin	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	23.5	4.7	55.3	44.7
Spiromesifen + Abamectin	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	29.6	5.9	69.6	30.4
Spiromesifen + Abamectin	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	17.8	3.6	41.9	58.1
Bifenazate	*(T. viride* cepa TV-C)	16.9	3.4	39.8	60.2
Bifenazate	*(T. viride* cepa TV-C)	17.2	3.4	40.5	59.5

Bifenazate	*(T. viride* cepa TV-C)	17.6	3.5	41.4	58.6
Bifenazate	*(T. harzianum* cepa TH-C)	9.6	1.9	22.6	77.4
Bifenazate	*(T. harzianum* cepa TH-C)	7.7	1.5	18.1	81.9
Bifenazate	*(T. harzianum* cepa TH-C)	8.4	1.7	19.8	80.2
Bifenazate	*(T. asperellum* cepa TA-C)	17.9	3.6	42.1	57.9
Bifenazate	*(T. asperellum* cepa TA-C)	17.6	3.5	41.4	58.6
Bifenazate	*(T. asperellum* cepa TA-C)	18.4	3.7	43.3	56.7
Bifenazate	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	19.2	3.8	45.2	54.8
Bifenazate	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	18.2	3.6	42.8	57.2
Bifenazate	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	19.1	3.8	44.9	55.1
Bifenazate	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	20.3	4.1	47.8	52.2
Bifenazate	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	20.6	4.1	48.5	51.5
Bifenazate	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	21.4	4.3	50.4	49.6
Bifenazate	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	19.3	3.9	45.4	54.6
Bifenazate	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	14.6	2.9	34.4	65.6
Bifenazate	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	17.6	3.5	41.4	58.6

Anexo 4. Datos del ensayo 3 Fungicidas

Fngds	Cps	Rad mm	Ts. De Crec.	% Crec.	% Inh.
Fluopiram + Tebuconazol	*(T. viride* cepa TV-C)	0	0	0	100
Fluopiram + Tebuconazol	*(T. viride* cepa TV-C)	0	0	0	100
Fluopiram + Tebuconazol	*(T. viride* cepa TV-C)	0	0	0	100
Fluopiram + Tebuconazol	*(T. harzianum* cepa TH-C)	0	0	0	100
Fluopiram + Tebuconazol	*(T. harzianum* cepa TH-C)	0	0	0	100
Fluopiram + Tebuconazol	*(T. harzianum* cepa TH-C)	0	0	0	100
Fluopiram + Tebuconazol	*(T. asperellum* cepa TA-C)	0	0	0	100
Fluopiram + Tebuconazol	*(T. asperellum* cepa TA-C)	0	0	0	100
Fluopiram + Tebuconazol	*(T. asperellum* cepa TA-C)	0	0	0	100
Fluopiram + Tebuconazol	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	0	0	0	100
Fluopiram + Tebuconazol	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	0	0	0	100
Fluopiram + Tebuconazol	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	0	0	0	100
Fluopiram + Tebuconazol	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0	0	0	100
Fluopiram + Tebuconazol	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0	0	0	100
Fluopiram + Tebuconazol	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0	0	0	100
Fluopiram + Tebuconazol	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	0	0	100
Fluopiram + Tebuconazol	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	0	0	100
Fluopiram + Tebuconazol	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	0	0	100
Azoxystrobin + Difenoconazole	*(T. viride* cepa TV-C)	0	0	0	100
Azoxystrobin + Difenoconazole	*(T. viride* cepa TV-C)	0	0	0	100
Azoxystrobin + Difenoconazole	*(T. viride* cepa TV-C)	0	0	0	100
Azoxystrobin + Difenoconazole	*(T. harzianum* cepa TH-C)	0	0	0	100
Azoxystrobin + Difenoconazole	*(T. harzianum* cepa TH-C)	0	0	0	100
Azoxystrobin + Difenoconazole	*(T. harzianum* cepa TH-C)	0	0	0	100
Azoxystrobin + Difenoconazole	*(T. asperellum* cepa TA-C)	0	0	0	100
Azoxystrobin + Difenoconazole	*(T. asperellum* cepa TA-C)	0	0	0	100
Azoxystrobin + Difenoconazole	*(T. asperellum* cepa TA-C)	0	0	0	100
Azoxystrobin + Difenoconazole	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	0	0	0	100
Azoxystrobin + Difenoconazole	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	0	0	0	100
Azoxystrobin + Difenoconazole	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	0	0	0	100
Azoxystrobin + Difenoconazole	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0	0	0	100
Azoxystrobin + Difenoconazole	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0	0	0	100
Azoxystrobin + Difenoconazole	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0	0	0	100
Azoxystrobin + Difenoconazole	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	0	0	100
Azoxystrobin + Difenoconazole	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	0	0	100
Azoxystrobin + Difenoconazole	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	0	0	100
Boscalid + Pyraclostrobin	*(T. viride* cepa TV-C)	0	0	0	100
Boscalid + Pyraclostrobin	*(T. viride* cepa TV-C)	0	0	0	100
Boscalid + Pyraclostrobin	*(T. viride* cepa TV-C)	0	0	0	100

Boscalid + Pyraclostrobin	*(T. harzianum* cepa TH-C)	0	0	0	100
Boscalid + Pyraclostrobin	*(T. harzianum* cepa TH-C)	0	0	0	100
Boscalid + Pyraclostrobin	*(T. harzianum* cepa TH-C)	0	0	0	100
Boscalid + Pyraclostrobin	*(T. asperellum* cepa TA-C)	0	0	0	100
Boscalid + Pyraclostrobin	*(T. asperellum* cepa TA-C)	0	0	0	100
Boscalid + Pyraclostrobin	*(T. asperellum* cepa TA-C)	0	0	0	100
Boscalid + Pyraclostrobin	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	0	0	0	100
Boscalid + Pyraclostrobin	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	0	0	0	100
Boscalid + Pyraclostrobin	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	0	0	0	100
Boscalid + Pyraclostrobin	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	2.8	0.56	6.58824	93.41176
Boscalid + Pyraclostrobin	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	6.4	1.28	15.05882	84.94118
Boscalid + Pyraclostrobin	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	4.1	0.82	9.64706	90.35294
Boscalid + Pyraclostrobin	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	0	0	100
Boscalid + Pyraclostrobin	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	3.7	0.74	8.70588	91.29412
Boscalid + Pyraclostrobin	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	0.5	0.1	1.17647	98.82353
Azufre	*(T. viride* cepa TV-C)	42.5	8.5	100	0
Azufre	*(T. viride* cepa TV-C)	42.5	8.5	100	0
Azufre	*(T. viride* cepa TV-C)	42.5	8.5	100	0
Azufre	*(T. harzianum* cepa TH-C)	42.5	8.5	100	0
Azufre	*(T. harzianum* cepa TH-C)	42.5	8.5	100	0
Azufre	*(T. harzianum* cepa TH-C)	42.5	8.5	100	0
Azufre	*(T. asperellum* cepa TA-C)	42.5	8.5	100	0
Azufre	*(T. asperellum* cepa TA-C)	42.5	8.5	100	0
Azufre	*(T. asperellum* cepa TA-C)	42.5	8.5	100	0
Azufre	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Azufre	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Azufre	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Azufre	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Azufre	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Azufre	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Azufre	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Azufre	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Azufre	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Cyprodinil + Fludioxonil	*(T. viride* cepa TV-C)	0	0	0	100
Cyprodinil + Fludioxonil	*(T. viride* cepa TV-C)	0	0	0	100
Cyprodinil + Fludioxonil	*(T. viride* cepa TV-C)	0	0	0	100
Cyprodinil + Fludioxonil	*(T. harzianum* cepa TH-C)	0	0	0	100
Cyprodinil + Fludioxonil	*(T. harzianum* cepa TH-C)	0	0	0	100
Cyprodinil + Fludioxonil	*(T. harzianum* cepa TH-C)	0	0	0	100
Cyprodinil + Fludioxonil	*(T. asperellum* cepa TA-C)	0	0	0	100
Cyprodinil + Fludioxonil	*(T. asperellum* cepa TA-C)	0	0	0	100
Cyprodinil + Fludioxonil	*(T. asperellum* cepa TA-C)	0	0	0	100
Cyprodinil + Fludioxonil	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	0	0	0	100

Cyprodinil + Fludioxonil	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	0	0	0	100
Cyprodinil + Fludioxonil	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	0	0	0	100
Cyprodinil + Fludioxonil	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0	0	0	100
Cyprodinil + Fludioxonil	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0	0	0	100
Cyprodinil + Fludioxonil	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0	0	0	100
Cyprodinil + Fludioxonil	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	0	0	100
Cyprodinil + Fludioxonil	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	0	0	100
Cyprodinil + Fludioxonil	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	0	0	100
Metalaxil	*(T. viride* cepa TV-C)	42.5	8.5	100	0
Metalaxil	*(T. viride* cepa TV-C)	42.5	8.5	100	0
Metalaxil	*(T. viride* cepa TV-C)	42.5	8.5	100	0
Metalaxil	*(T. harzianum* cepa TH-C)	42.5	8.5	100	0
Metalaxil	*(T. harzianum* cepa TH-C)	42.5	8.5	100	0
Metalaxil	*(T. harzianum* cepa TH-C)	42.5	8.5	100	0
Metalaxil	*(T. asperellum* cepa TA-C)	23.6	4.72	55.52941	44.47059
Metalaxil	*(T. asperellum* cepa TA-C)	26.5	5.3	62.35294	37.64706
Metalaxil	*(T. asperellum* cepa TA-C)	20.2	4.04	47.52941	52.47059
Metalaxil	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Metalaxil	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Metalaxil	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Metalaxil	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Metalaxil	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Metalaxil	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Metalaxil	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Metalaxil	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Metalaxil	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Fludioxonil 230	*(T. viride* cepa TV-C)	0	0	0	100
Fludioxonil 230	*(T. viride* cepa TV-C)	0	0	0	100
Fludioxonil 230	*(T. viride* cepa TV-C)	0	0	0	100
Fludioxonil 230	*(T. harzianum* cepa TH-C)	4.9	0.98	11.52941	88.47059
Fludioxonil 230	*(T. harzianum* cepa TH-C)	5.3	1.06	12.47059	87.52941
Fludioxonil 230	*(T. harzianum* cepa TH-C)	1.9	0.38	4.47059	95.52941
Fludioxonil 230	*(T. asperellum* cepa TA-C)	0	0	0	100
Fludioxonil 230	*(T. asperellum* cepa TA-C)	0	0	0	100
Fludioxonil 230	*(T. asperellum* cepa TA-C)	0	0	0	100
Fludioxonil 230	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	10.3	2.06	24.23529	75.76471
Fludioxonil 230	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	6.9	1.38	16.23529	83.76471
Fludioxonil 230	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	4.8	0.96	11.29412	88.70588
Fludioxonil 230	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0	0	0	100
Fludioxonil 230	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0	0	0	100
Fludioxonil 230	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0	0	0	100
Fludioxonil 230	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	0	0	100
Fludioxonil 230	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	0	0	100

Fludioxonil 230	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	0	0	100
Pirimetanil 400 g	*(T. viride* cepa TV-C)	0	0	0	100
Pirimetanil 400 g	*(T. viride* cepa TV-C)	0	0	0	100
Pirimetanil 400 g	*(T. viride* cepa TV-C)	0	0	0	100
Pirimetanil 400 g	*(T. harzianum* cepa TH-C)	0	0	0	100
Pirimetanil 400 g	*(T. harzianum* cepa TH-C)	0	0	0	100
Pirimetanil 400 g	*(T. harzianum* cepa TH-C)	0	0	0	100
Pirimetanil 400 g	*(T. asperellum* cepa TA-C)	0	0	0	100
Pirimetanil 400 g	*(T. asperellum* cepa TA-C)	0	0	0	100
Pirimetanil 400 g	*(T. asperellum* cepa TA-C)	0	0	0	100
Pirimetanil 400 g	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	0	0	0	100
Pirimetanil 400 g	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	0	0	0	100
Pirimetanil 400 g	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	0	0	0	100
Pirimetanil 400 g	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0	0	0	100
Pirimetanil 400 g	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0	0	0	100
Pirimetanil 400 g	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	0	0	0	100
Pirimetanil 400 g	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	0	0	100
Pirimetanil 400 g	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	0	0	100
Pirimetanil 400 g	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	0	0	0	100
Boscalid	*(T. viride* cepa TV-C)	42.5	8.5	100	0
Boscalid	*(T. viride* cepa TV-C)	42.5	8.5	100	0
Boscalid	*(T. viride* cepa TV-C)	42.5	8.5	100	0
Boscalid	*(T. harzianum* cepa TH-C)	42.5	8.5	100	0
Boscalid	*(T. harzianum* cepa TH-C)	42.5	8.5	100	0
Boscalid	*(T. harzianum* cepa TH-C)	42.5	8.5	100	0
Boscalid	*(T. asperellum* cepa TA-C)	42.5	8.5	100	0
Boscalid	*(T. asperellum* cepa TA-C)	42.5	8.5	100	0
Boscalid	*(T. asperellum* cepa TA-C)	42.5	8.5	100	0
Boscalid	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Boscalid	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Boscalid	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Boscalid	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Boscalid	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Boscalid	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Boscalid	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Boscalid	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Boscalid	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Isofetamid	*(T. viride* cepa TV-C)	1.5	0.3	3.52941	96.47059
Isofetamid	*(T. viride* cepa TV-C)	3.3	0.66	7.76471	92.23529
Isofetamid	*(T. viride* cepa TV-C)	0	0	0	100
Isofetamid	*(T. harzianum* cepa TH-C)	0.9	0.18	2.11765	97.88235
Isofetamid	*(T. harzianum* cepa TH-C)	1.8	0.36	4.23529	95.76471
Isofetamid	*(T. harzianum* cepa TH-C)	0.6	0.12	1.41176	98.58824

Isofetamid	(*T. asperellum* cepa TA-C)	1.5	0.3	3.52941	96.47059
Isofetamid	(*T. asperellum* cepa TA-C)	2.8	0.56	6.58824	93.41176
Isofetamid	(*T. asperellum* cepa TA-C)	2.9	0.58	6.82353	93.17647
Isofetamid	(*T. asperellum* cepa HE-ART-118)	6.4	1.28	15.05882	84.94118
Isofetamid	(*T. asperellum* cepa HE-ART-118)	4.8	0.96	11.29412	88.70588
Isofetamid	(*T. asperellum* cepa HE-ART-118)	8.9	1.78	20.94118	79.05882
Isofetamid	(*T. asperellum* cepa HE-ART-161)	12.7	2.54	29.88235	70.11765
Isofetamid	(*T. asperellum* cepa HE-ART-161)	9.5	1.9	22.35294	77.64706
Isofetamid	(*T. asperellum* cepa HE-ART-161)	8.2	1.64	19.29412	80.70588
Isofetamid	(*T. asperellum* cepa HEVH-32)	6.4	1.28	15.05882	84.94118
Isofetamid	(*T. asperellum* cepa HEVH-32)	7.9	1.58	18.58824	81.41176
Isofetamid	(*T. asperellum* cepa HEVH-32)	9.9	1.98	23.29412	76.70588
Fenhexamid	(*T. viride* cepa TV-C)	16.1	3.22	37.88235	62.11765
Fenhexamid	(*T. viride* cepa TV-C)	12.6	2.52	29.64706	70.35294
Fenhexamid	(*T. viride* cepa TV-C)	14.1	2.82	33.17647	66.82353
Fenhexamid	(*T. harzianum* cepa TH-C)	18.2	3.64	42.82353	57.17647
Fenhexamid	(*T. harzianum* cepa TH-C)	18.5	3.7	43.52941	56.47059
Fenhexamid	(*T. harzianum* cepa TH-C)	14.6	2.92	34.35294	65.64706
Fenhexamid	(*T. asperellum* cepa TA-C)	14.9	2.98	35.05882	64.94118
Fenhexamid	(*T. asperellum* cepa TA-C)	10.6	2.12	24.94118	75.05882
Fenhexamid	(*T. asperellum* cepa TA-C)	12.2	2.44	28.70588	71.29412
Fenhexamid	(*T. asperellum* cepa HE-ART-118)	15.5	3.1	36.47059	63.52941
Fenhexamid	(*T. asperellum* cepa HE-ART-118)	8.9	1.78	20.94118	79.05882
Fenhexamid	(*T. asperellum* cepa HE-ART-118)	15.9	3.18	37.41176	62.58824
Fenhexamid	(*T. asperellum* cepa HE-ART-161)	20.2	4.04	47.52941	52.47059
Fenhexamid	(*T. asperellum* cepa HE-ART-161)	21.3	4.26	50.11765	49.88235
Fenhexamid	(*T. asperellum* cepa HE-ART-161)	18.3	3.66	43.05882	56.94118
Fenhexamid	(*T. asperellum* cepa HEVH-32)	21.5	4.3	50.58824	49.41176
Fenhexamid	(*T. asperellum* cepa HEVH-32)	24.6	4.92	57.88235	42.11765
Fenhexamid	(*T. asperellum* cepa HEVH-32)	24.6	4.92	57.88235	42.11765
Hymexazol	(*T. viride* cepa TV-C)	0	0	0	100
Hymexazol	(*T. viride* cepa TV-C)	0	0	0	100
Hymexazol	(*T. viride* cepa TV-C)	0	0	0	100
Hymexazol	(*T. harzianum* cepa TH-C)	1.1	0.22	2.58824	97.41176
Hymexazol	(*T. harzianum* cepa TH-C)	1.4	0.28	3.29412	96.70588
Hymexazol	(*T. harzianum* cepa TH-C)	1.6	0.32	3.76471	96.23529
Hymexazol	(*T. asperellum* cepa TA-C)	2.3	0.46	5.41176	94.58824
Hymexazol	(*T. asperellum* cepa TA-C)	4.4	0.88	10.35294	89.64706
Hymexazol	(*T. asperellum* cepa TA-C)	1.5	0.3	3.52941	96.47059
Hymexazol	(*T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Hymexazol	(*T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Hymexazol	(*T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Hymexazol	(*T. asperellum* cepa HE-ART-161)	12.7	2.54	29.88235	70.11765

Hymexazol	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	14.2	2.84	33.41176	66.58824
Hymexazol	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	12.8	2.56	30.11765	69.88235
Hymexazol	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	7.5	1.5	17.64706	82.35294
Hymexazol	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	13.2	2.64	31.05882	68.94118
Hymexazol	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	11.9	2.38	28	72

Anexo 5. Datos del ensayo 4 herbicida

Herb	Cps	Rad mm	Ts. De Crec.	% Crec.	% Inh.
Glifos	*(T. viride* cepa TV-C)	19.7	3.9	42.9	47.1
Glifos	*(T. viride* cepa TV-C)	18.7	3.7	41.6	48.4
Glifos	*(T. viride* cepa TV-C)	19.9	4	43.2	46.8
Glifos	*(T. harzianum* cepa TH-C)	6.4	1.3	22.8	67.2
Glifos	*(T. harzianum* cepa TH-C)	6.5	1.3	23	67
Glifos	*(T. harzianum* cepa TH-C)	5.6	1.1	21.3	68.7
Glifos	*(T. asperellum* cepa TA-C)	20.6	4.1	44.1	45.9
Glifos	*(T. asperellum* cepa TA-C)	17.3	3.5	39.6	50.4
Glifos	*(T. asperellum* cepa TA-C)	19.8	4	43	47
Glifos	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	21.7	4.3	45.6	44.4
Glifos	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	20.1	4	43.4	46.6
Glifos	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	19.3	3.9	42.4	47.6
Glifos	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	21.4	4.3	45.2	44.8
Glifos	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	21.6	4.3	45.5	44.5
Glifos	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	21.8	4.4	45.7	44.3
Glifos	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	28.1	5.6	54.4	35.6
Glifos	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	30.1	6	57.3	32.7
Glifos	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	27.3	5.5	53.3	36.7

Anexo 6. Datos del ensayo 5 fertilizantes

Fertl	Cps	Rad mm	Ts. De Crec.	% Crec.	% Inh.
Nitrato de amonio 50%	*(T. viride* cepa TV-C)	42.5	8.5	100	0
Nitrato de amonio 50%	*(T. viride* cepa TV-C)	42.5	8.5	100	0
Nitrato de amonio 50%	*(T. viride* cepa TV-C)	42.5	8.5	100	0
Nitrato de amonio 50%	*(T. harzianum* cepa TH-C)	42.5	8.5	100	0
Nitrato de amonio 50%	*(T. harzianum* cepa TH-C)	42.5	8.5	100	0
Nitrato de amonio 50%	*(T. harzianum* cepa TH-C)	42.5	8.5	100	0
Nitrato de amonio 50%	*(T. asperellum* cepa TA-C)	35.84	7.2	84.3	15.7
Nitrato de amonio 50%	*(T. asperellum* cepa TA-C)	33.17	6.6	78	22
Nitrato de amonio 50%	*(T. asperellum* cepa TA-C)	33.92	6.8	79.8	20.2
Nitrato de amonio 50%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Nitrato de amonio 50%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Nitrato de amonio 50%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Nitrato de amonio 50%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Nitrato de amonio 50%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Nitrato de amonio 50%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Nitrato de amonio 50%	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Nitrato de amonio 50%	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Nitrato de amonio 50%	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Nitrato de amonio 100%	*(T. viride* cepa TV-C)	42.5	8.5	100	0
Nitrato de amonio 100%	*(T. viride* cepa TV-C)	42.5	8.5	100	0
Nitrato de amonio 100%	*(T. viride* cepa TV-C)	42.5	8.5	100	0
Nitrato de amonio 100%	*(T. harzianum* cepa TH-C)	42.5	8.5	100	0
Nitrato de amonio 100%	*(T. harzianum* cepa TH-C)	42.5	8.5	100	0
Nitrato de amonio 100%	*(T. harzianum* cepa TH-C)	42.5	8.5	100	0
Nitrato de amonio 100%	*(T. asperellum* cepa TA-C)	34.44	6.9	81	19
Nitrato de amonio 100%	*(T. asperellum* cepa TA-C)	35.3	7.1	83.1	16.9
Nitrato de amonio 100%	*(T. asperellum* cepa TA-C)	36.48	7.3	85.8	14.2
Nitrato de amonio 100%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Nitrato de amonio 100%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Nitrato de amonio 100%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Nitrato de amonio 100%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Nitrato de amonio 100%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Nitrato de amonio 100%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Nitrato de amonio 100%	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Nitrato de amonio 100%	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Nitrato de amonio 100%	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Nitrato de amonio 150%	*(T. viride* cepa TV-C)	42.5	8.5	100	0
Nitrato de amonio 150%	*(T. viride* cepa TV-C)	42.5	8.5	100	0
Nitrato de amonio 150%	*(T. viride* cepa TV-C)	42.5	8.5	100	0

Nitrato de amonio 150%	*(T. harzianum* cepa TH-C)	42.5	8.5	100	0
Nitrato de amonio 150%	*(T. harzianum* cepa TH-C)	42.5	8.5	100	0
Nitrato de amonio 150%	*(T. harzianum* cepa TH-C)	42.5	8.5	100	0
Nitrato de amonio 150%	*(T. asperellum* cepa TA-C)	32.94	6.6	77.5	22.5
Nitrato de amonio 150%	*(T. asperellum* cepa TA-C)	34.96	7	82.3	17.7
Nitrato de amonio 150%	*(T. asperellum* cepa TA-C)	32.65	6.5	76.8	23.2
Nitrato de amonio 150%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Nitrato de amonio 150%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Nitrato de amonio 150%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Nitrato de amonio 150%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Nitrato de amonio 150%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Nitrato de amonio 150%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Nitrato de amonio 150%	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Nitrato de amonio 150%	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Nitrato de amonio 150%	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Fosfato de monoamónico 50%	*(T. viride* cepa TV-C)	38.42	7.7	90.4	9.6
Fosfato de monoamónico 50%	*(T. viride* cepa TV-C)	35.63	7.1	83.8	16.2
Fosfato de monoamónico 50%	*(T. viride* cepa TV-C)	35.09	7	82.6	17.4
Fosfato de monoamónico 50%	*(T. harzianum* cepa TH-C)	38.22	7.6	89.9	10.1
Fosfato de monoamónico 50%	*(T. harzianum* cepa TH-C)	39.24	7.8	92.3	7.7
Fosfato de monoamónico 50%	*(T. harzianum* cepa TH-C)	39.65	7.9	93.3	6.7
Fosfato de monoamónico 50%	*(T. asperellum* cepa TA-C)	33.56	6.7	79	21
Fosfato de monoamónico 50%	*(T. asperellum* cepa TA-C)	34.45	6.9	81.1	18.9
Fosfato de monoamónico 50%	*(T. asperellum* cepa TA-C)	35.74	7.1	84.1	15.9
Fosfato de monoamónico 50%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Fosfato de monoamónico 50%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Fosfato de monoamónico 50%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Fosfato de monoamónico 50%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Fosfato de monoamónico 50%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Fosfato de monoamónico 50%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Fosfato de monoamónico 50%	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Fosfato de monoamónico 50%	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Fosfato de monoamónico 50%	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Fosfato de monoamónico 100%	*(T. viride* cepa TV-C)	42.5	8.5	100	0
Fosfato de monoamónico 100%	*(T. viride* cepa TV-C)	42.5	8.5	100	0
Fosfato de monoamónico 100%	*(T. viride* cepa TV-C)	42.5	8.5	100	0
Fosfato de monoamónico 100%	*(T. harzianum* cepa TH-C)	42.5	8.5	100	0
Fosfato de monoamónico 100%	*(T. harzianum* cepa TH-C)	42.5	8.5	100	0
Fosfato de monoamónico 100%	*(T. harzianum* cepa TH-C)	42.5	8.5	100	0
Fosfato de monoamónico 100%	*(T. asperellum* cepa TA-C)	35.12	7	82.6	17.4
Fosfato de monoamónico 100%	*(T. asperellum* cepa TA-C)	33.35	6.7	78.5	21.5
Fosfato de monoamónico 100%	*(T. asperellum* cepa TA-C)	36.5	7.3	85.9	14.1
Fosfato de monoamónico 100%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0

Fosfato de monoamónico 100%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	39.1	7.8	92	8
Fosfato de monoamónico 100%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	39.53	7.9	93	7
Fosfato de monoamónico 100%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Fosfato de monoamónico 100%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Fosfato de monoamónico 100%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Fosfato de monoamónico 100%	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Fosfato de monoamónico 100%	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Fosfato de monoamónico 100%	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Fosfato de monoamónico 150%	*(T. viride* cepa TV-C)	42.5	8.5	100	0
Fosfato de monoamónico 150%	*(T. viride* cepa TV-C)	42.5	8.5	100	0
Fosfato de monoamónico 150%	*(T. viride* cepa TV-C)	42.5	8.5	100	0
Fosfato de monoamónico 150%	*(T. harzianum* cepa TH-C)	42.5	8.5	100	0
Fosfato de monoamónico 150%	*(T. harzianum* cepa TH-C)	42.5	8.5	100	0
Fosfato de monoamónico 150%	*(T. harzianum* cepa TH-C)	42.5	8.5	100	0
Fosfato de monoamónico 150%	*(T. asperellum* cepa TA-C)	36.85	7.4	86.7	13.3
Fosfato de monoamónico 150%	*(T. asperellum* cepa TA-C)	38.44	7.7	90.4	9.6
Fosfato de monoamónico 150%	*(T. asperellum* cepa TA-C)	37.89	7.6	89.2	10.8
Fosfato de monoamónico 150%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Fosfato de monoamónico 150%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Fosfato de monoamónico 150%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Fosfato de monoamónico 150%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Fosfato de monoamónico 150%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Fosfato de monoamónico 150%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Fosfato de monoamónico 150%	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Fosfato de monoamónico 150%	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Fosfato de monoamónico 150%	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Sulfato de potasio 50%	*(T. viride* cepa TV-C)	42.5	8.5	100	0
Sulfato de potasio 50%	*(T. viride* cepa TV-C)	42.5	8.5	100	0
Sulfato de potasio 50%	*(T. viride* cepa TV-C)	42.5	8.5	100	0
Sulfato de potasio 50%	*(T. harzianum* cepa TH-C)	42.5	8.5	100	0
Sulfato de potasio 50%	*(T. harzianum* cepa TH-C)	42.5	8.5	100	0
Sulfato de potasio 50%	*(T. harzianum* cepa TH-C)	42.5	8.5	100	0
Sulfato de potasio 50%	*(T. asperellum* cepa TA-C)	30.82	6.2	72.5	27.5
Sulfato de potasio 50%	*(T. asperellum* cepa TA-C)	31.94	6.4	75.2	24.8
Sulfato de potasio 50%	*(T. asperellum* cepa TA-C)	31.77	6.4	74.8	25.2
Sulfato de potasio 50%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Sulfato de potasio 50%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Sulfato de potasio 50%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Sulfato de potasio 50%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Sulfato de potasio 50%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Sulfato de potasio 50%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Sulfato de potasio 50%	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Sulfato de potasio 50%	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0

Sulfato de potasio 50%	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Sulfato de potasio 100%	*(T. viride* cepa TV-C)	42.5	8.5	100	0
Sulfato de potasio 100%	*(T. viride* cepa TV-C)	42.5	8.5	100	0
Sulfato de potasio 100%	*(T. viride* cepa TV-C)	42.5	8.5	100	0
Sulfato de potasio 100%	*(T. harzianum* cepa TH-C)	42.5	8.5	100	0
Sulfato de potasio 100%	*(T. harzianum* cepa TH-C)	42.5	8.5	100	0
Sulfato de potasio 100%	*(T. harzianum* cepa TH-C)	42.5	8.5	100	0
Sulfato de potasio 100%	*(T. asperellum* cepa TA-C)	31.32	6.3	73.7	26.3
Sulfato de potasio 100%	*(T. asperellum* cepa TA-C)	34.72	6.9	81.7	18.3
Sulfato de potasio 100%	*(T. asperellum* cepa TA-C)	33.4	6.7	78.6	21.4
Sulfato de potasio 100%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Sulfato de potasio 100%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Sulfato de potasio 100%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Sulfato de potasio 100%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Sulfato de potasio 100%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Sulfato de potasio 100%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Sulfato de potasio 100%	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Sulfato de potasio 100%	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Sulfato de potasio 100%	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Sulfato de potasio 150%	*(T. viride* cepa TV-C)	42.5	8.5	100	0
Sulfato de potasio 150%	*(T. viride* cepa TV-C)	42.5	8.5	100	0
Sulfato de potasio 150%	*(T. viride* cepa TV-C)	42.5	8.5	100	0
Sulfato de potasio 150%	*(T. harzianum* cepa TH-C)	42.5	8.5	100	0
Sulfato de potasio 150%	*(T. harzianum* cepa TH-C)	42.5	8.5	100	0
Sulfato de potasio 150%	*(T. harzianum* cepa TH-C)	42.5	8.5	100	0
Sulfato de potasio 150%	*(T. asperellum* cepa TA-C)	36.85	7.4	86.7	13.3
Sulfato de potasio 150%	*(T. asperellum* cepa TA-C)	38.44	7.7	90.4	9.6
Sulfato de potasio 150%	*(T. asperellum* cepa TA-C)	37.89	7.6	89.2	10.8
Sulfato de potasio 150%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Sulfato de potasio 150%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Sulfato de potasio 150%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Sulfato de potasio 150%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Sulfato de potasio 150%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Sulfato de potasio 150%	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Sulfato de potasio 150%	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Sulfato de potasio 150%	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Sulfato de potasio 150%	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Calcio	*(T. viride* cepa TV-C)	24.92	5	58.6	41.4
Calcio	*(T. viride* cepa TV-C)	25.8	5.2	60.7	39.3
Calcio	*(T. viride* cepa TV-C)	23.49	4.7	55.3	44.7
Calcio	*(T. harzianum* cepa TH-C)	22.23	4.4	52.3	47.7
Calcio	*(T. harzianum* cepa TH-C)	23.81	4.8	56	44
Calcio	*(T. harzianum* cepa TH-C)	25.8	5.2	60.7	39.3

Calcio	*(T. asperellum* cepa TA-C)	25.95	5.2	61.1	38.9
Calcio	*(T. asperellum* cepa TA-C)	26.13	5.2	61.5	38.5
Calcio	*(T. asperellum* cepa TA-C)	25.71	5.1	60.5	39.5
Calcio	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	29.94	6	70.4	29.6
Calcio	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	32.39	6.5	76.2	23.8
Calcio	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	31.05	6.2	73.1	26.9
Calcio	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Calcio	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Calcio	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Calcio	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Calcio	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Calcio	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Zinc	*(T. viride* cepa TV-C)	42.5	8.5	100	0
Zinc	*(T. viride* cepa TV-C)	42.5	8.5	100	0
Zinc	*(T. viride* cepa TV-C)	42.5	8.5	100	0
Zinc	*(T. harzianum* cepa TH-C)	42.5	8.5	100	0
Zinc	*(T. harzianum* cepa TH-C)	42.5	8.5	100	0
Zinc	*(T. harzianum* cepa TH-C)	42.5	8.5	100	0
Zinc	*(T. asperellum* cepa TA-C)	42.5	8.5	100	0
Zinc	*(T. asperellum* cepa TA-C)	42.5	8.5	100	0
Zinc	*(T. asperellum* cepa TA-C)	42.5	8.5	100	0
Zinc	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Zinc	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Zinc	*(T. asperellum* cepa HE-ART-118)	42.5	8.5	100	0
Zinc	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Zinc	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Zinc	*(T. asperellum* cepa HE-ART-161)	42.5	8.5	100	0
Zinc	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Zinc	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0
Zinc	*(T. asperellum* cepa HEVH-32)	42.5	8.5	100	0