

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



**Antagonismo *in vitro* de *Trichoderma spp.* frente a  
*Botrytis sp.* y *Fusarium sp.*, aislados de *Fragaria  
ananassa* "fresa". Ayacucho - 2022**

Tesis para optar el título profesional de  
**Bióloga, Especialidad: Microbiología**

Presentado por:

**Bach. Nataly Judith Grados Moreyra**

Asesora:

**Mg. Ruth Elsa Huamán De La Cruz**

**Ayacucho - Perú**

**2024**

Dedico el presente trabajo a mis padres, hermanas y demás personas que han contribuido con su valioso e incondicional apoyo para mi formación personal y profesional.

Nataly

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por brindarme la oportunidad de instruirme con maestros que contribuyeron en gran medida en mi formación profesional.

A los docentes de la Escuela Profesional de Biología en general por aportar y llevarme por el camino de la investigación, motivo por el cual me encuentro con el presente tema de tesis.

A la Blga. Nelida Bautista Tinco por haber sido parte importante en la culminación del presente trabajo al brindarme gran apoyo en el proceso de identificación taxonómica de las cepas en estudio.

Al Blgo. Reynán Cóndor Alarcón por guiarme y apoyarme en la parte estadística de la tesis, así como por sus recomendaciones que fueron de suma importancia.

A la Blga. Ruth Elsa Huamán De La Cruz, asesora de la presente tesis, por sus constantes enseñanzas, aportes y recomendaciones para poder realizar cada una de las partes del trabajo.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes	3
2.1.1. Antecedentes internacionales	3
2.1.2. Antecedentes nacionales	6
2.1.3. Antecedentes locales	9
2.2. Marco conceptual	10
2.2.1. Antagonismo	10
2.2.2. Cepas nativas	10
2.2.3. Biofungicida	10
2.2.4. Fitopatógenos	10
2.2.5. Cinco de oros	10
2.2.6. Signo	10
2.2.7. Síntoma	10
2.3. Bases teóricas	10
2.3.1. Descripción y taxonomía de la planta de <i>Fragaria ananassa</i> “fresa”	10
2.3.2. Importancia del cultivo de <i>Fragaria ananassa</i> “fresa”	11
2.3.3. Enfermedades causadas por hongos, bacterias y virus	12
2.3.4. Biología y taxonomía de Trichoderma	13
2.3.5. Importancia económica	14
2.3.6. Características del género Trichoderma	14
2.3.7. Condiciones de crecimiento de Trichoderma	15
2.3.8. Mecanismos de acción antagónica de Trichoderma	15
2.3.9. Biología y taxonomía de Botrytis	16
2.3.10. Importancia económica	17
2.3.11. Ciclo de infección de Botrytis	17

2.3.12. Signos y síntomas de la enfermedad	18
2.3.13. Factor de patogenicidad	18
2.3.14. Características de Botrytis	19
2.3.15. Principales especies patógenas del género Botrytis	19
2.3.16. Biología y taxonomía de Fusarium	19
2.3.17. Importancia económica	20
2.3.18. Ciclo de vida Fusarium	20
2.3.19. Signos y síntomas de la enfermedad	21
2.3.20. Factor de patogenicidad	21
2.3.21. Metabolitos tóxicos de Fusarium	21
2.3.22. Características de Fusarium	21
2.3.23. Principales especies patógenas del género Fusarium	22
III. MATERIALES Y METODOS	23
3.1. Ubicación	23
3.1.1. Ubicación del lugar de muestreo	23
3.1.2. Lugar de ejecución	23
3.2. Unidad de análisis	23
3.3. Tipo de investigación	24
3.4. Diseño de investigación	24
3.5. Metodología	24
3.5.1. Recolección de muestras y aislamiento de <i>Trichoderma</i> spp	24
3.5.2. Recolección de muestras y aislamiento de los hongos fitopatógenos	25
3.5.3. Evaluación del efecto antagónico (Técnica de cultivo dual)	27
3.6. Análisis estadístico	27
IV. RESULTADOS	29
V. DISCUSIÓN	39
VI. CONCLUSIONES	47
VII. RECOMENDACIONES	49
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
ANEXOS	61

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Taxonomía de la fresa.	11
Tabla 2. Taxonomía de Trichoderma.	14
Tabla 3. Taxonomía de Botrytis.	17
Tabla 4. Taxonomía de Fusarium.	20
Tabla 5. Tipo de muestras y hongos aislados de cultivos de <i>Fragaria ananassa</i> "fresa".	31
Tabla 6. Grado de antagonismo de las cuatro cepas de Trichoderma frente a <i>Botrytis sp</i> (B-1) según la escala de Bell.	35
Tabla 7. Grado de antagonismo de las cuatro cepas de Trichoderma frente a <i>Botrytis sp</i> (B-2) según la escala de Bell.	36
Tabla 8. Grado de antagonismo de las cuatro cepas de Trichoderma frente a <i>Fusarium sp</i> (F-1) según la escala de Bell.	37

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Porcentaje de inhibición de crecimiento radial (PICR) de las cuatro cepas de <i>Trichoderma</i> frente a <i>Botrytis sp</i> (B-1).	32
Figura 2. Porcentaje de inhibición de crecimiento radial (PICR) de las cuatro cepas de <i>Trichoderma</i> frente a <i>Botrytis sp</i> (B-2).	33
Figura 3. Porcentaje de inhibición de crecimiento radial (PICR) de las cuatro cepas de <i>Trichoderma</i> frente a <i>Fusarium sp</i> (F-1).	34

## ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Escala de evaluación del grado de antagonismo en base a Bell para los ensayos duales.	63
Anexo 2. Crecimiento radial <i>in vitro</i> de hongos fitopatógenos en el enfrentamiento dual.	64
Anexo 3. Valores de Análisis de varianza (ANVA) de los cuatro tratamientos frente a <i>Botrytis sp</i> (B-1).	65
Anexo 4. Valores de Análisis de varianza (ANVA) de los cuatro tratamientos frente a <i>Botrytis sp</i> (B-2).	65
Anexo 5. Valores de Análisis de varianza (ANVA) de los cuatro tratamientos frente a <i>Fusarium sp</i> (F-1).	65
Anexo 6. Prueba de comparación de Tukey de los cuatro tratamientos de enfrentamientos <i>in vitro</i> frente a <i>Botrytis sp</i> (B-1).	66
Anexo 7. Prueba de comparación de Tukey de los cuatro tratamientos de enfrentamientos <i>in vitro</i> frente a <i>Botrytis sp</i> (B-2).	66
Anexo 8. Prueba de comparación de Tukey para los cuatro tratamientos de enfrentamientos <i>in vitro</i> frente a <i>Fusarium sp</i> (F-1).	66
Anexo 9. Muestras de plantas de fresas con signos y síntomas de enfermedad por fitopatógenos. a) Fruto de fresa con síntomas de pudrición por <i>Botrytis</i> . b) Fruto de fresa con signos de enfermedad de pudrición por <i>Botrytis</i> . c) Tallos de fresa con signos de enfermedad de marchitez por <i>Fusarium</i> .	67
Anexo 10. Técnica de diluciones sucesivas para aislamiento de hongos a partir de muestras de suelo.	68
Anexo 11. Frutos de fresa puestos en Cámara húmeda para aislamiento del fitopatógeno <i>Botrytis</i> . a) Frutos de fresa con síntomas de enfermedad. b) Frutos de fresa con signos de enfermedad.	69
Anexo 12. Técnica de aislamiento de hongos fitopatógenos a partir de tejidos vegetales infectados por fitopatógenos.	70
Anexo 13. Cepario de <i>Trichoderma spp.</i> y fitopatógenos en Agar Papa Dextrosa.	71
Anexo 14. Placas de Petri con crecimiento en tapete de hongos antagonistas y hongos fitopatógenos en la escala de 0.5 de Mc Farland.	72



Anexo 15. Tesista trabajando en laboratorio, colocando discos de agar de los hongos antagonistas y fitopatógenos en placas de Petri.	74
Anexo 16. Placas de Petri con crecimiento micelial de hongos antagonistas frente a hongos fitopatógenos.	75
Anexo 17. Matriz de consistencia.	77

## RESUMEN

El presente estudio se realizó con el objetivo de evaluar el antagonismo *in vitro* de *Trichoderma spp.* frente a *Botrytis sp.* y *Fusarium sp* aislados de *Fragaria ananassa* “fresa”, esta investigación se ejecutó en el laboratorio de Microbiología Ambiental de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. El tipo de investigación fue básica experimental con un diseño completamente al azar con tres repeticiones por cada unidad experimental. El material biológico estuvo conformado por 4 cepas nativas del género *Trichoderma* aislados del suelo, 2 cepas de *Botrytis sp* y 1 cepa de *Fusarium sp* aislados de frutos y tallos de fresa con signos y síntomas de enfermedad. El efecto antagónico se evaluó empleando la técnica de cultivo dual prescrito por el Porcentaje de Inhibición de Crecimiento Radial (PICR) y el grado de antagonismo según la escala de Bell. Para el análisis estadístico de los datos se empleó la prueba t de Student con un nivel de significación de 0.05, el análisis de varianza del PICR con un nivel de significación de 0.05 y para las comparaciones múltiples de promedios se analizó con la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ). Como resultado del PICR con *Botrytis sp* (B-1) frente a *Trichoderma sp* (T-1) se obtuvo 56,15%, ante *Trichoderma sp* (T-2) se alcanzó un PICR de 49,33 % y para *Trichoderma sp.* (T-4) se obtuvo 48,17%, ubicándose en el grado 1 de antagonismo a diferencia del tratamiento con *Trichoderma sp* (T-3) que tuvo un PICR de 35,16% y se ubicó en el grado 3 de la escala de Bell. Para *Botrytis sp* (B-2) frente a *Trichoderma sp* (T-1) se obtuvo un PICR de 48,81%, ante *Trichoderma sp* (T-2) se alcanzó el 44,58% y para *Trichoderma sp.* se obtuvo 44,77% ubicándose en el grado 1; por último, con *Trichoderma sp* (T-3) el PICR fue de 40,57% ubicándose en el grado 2 de antagonismo. Para *Fusarium sp* (F-1) el Porcentaje de Inhibición de Crecimiento Radial frente a *Trichoderma sp* (T-1) fue de 64,35%, ante *Trichoderma sp* (T-4) se alcanzó un PICR de 62,29%, con *Trichoderma sp* (T-1) 56,62% y por último 55,65% para el enfrentamiento con *Trichoderma sp* (T-3), ubicándose en el grado 2 todos los tratamientos. Se evidencia finalmente que el tratamiento con *Trichoderma sp* (T-1) es un excelente antagonista frente a *Botrytis sp* (B-1 y B-2) ya que presenta mayor capacidad inhibitoria y en cuanto a *Fusarium sp* es *Trichoderma sp* (T-2) el mejor antagonista.

**Palabras clave:** Antagonismo, *Trichoderma*, *Botrytis*, *Fusarium*.

## I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la presente tesis se centró en la evaluación del antagonismo *in vitro* de *Trichoderma spp.* frente a los hongos *Botrytis sp.* y *Fusarium sp.* causantes de las enfermedades de pudrición y marchitez, todos ellos aislados de cultivos de fresas. Una alternativa para controlar la incidencia y severidad en daños causados por estos fitopatógenos radica en la eficiencia del género *Trichoderma* para combatir enfermedades fitosanitarias sin generar un impacto negativo al ambiente (contaminación de suelos, aire, agua) y a la salud (inhibición de absorción de nutrientes para el desarrollo físico e intelectual y otros) tal como lo ocasionan los funguicidas y demás agroquímicos al entrar en contacto directo o como residuos en productos ingeridos tal como mencionan Martínez et al. (2017) y Hernández et al. (2019). Ésta investigación se enfocó en la utilización de microorganismos benéficos como alternativa de solución para contrarrestar problemas fitosanitarios. Según menciona Tomalo (2015) los fitopatógenos generan gran impacto en cultivos de suma importancia económica ya que perjudican y traen consigo pérdidas en cosecha y postcosecha generando un bajo rendimiento de producción en regiones netamente agrarias. Diversos autores como Vinchira y Moreno (2019) señalan que para el control de las enfermedades causadas por patógenos el principal método utilizado por agricultores es el químico, aunque suele tener buenos resultados su uso recurrente genera efectos negativos al ambiente mencionados anteriormente debido a que tienen una eficacia de corta duración generan resistencia a algunos patógenos como efecto secundario y es debido a estas graves consecuencias en el uso de químicos que una buena alternativa para el manejo integrado de plagas es la utilización de controladores biológicos los que mediante la producción de metabolitos o subproductos tienen como finalidad la reducción o eliminación de efectos adversos en plantas desde el punto de vista biológico, ecológico y económico, para este fin

pueden emplearse diversos microorganismos antagonistas como bacterias u hongos entre ellos Bacillus, Pseudomonas y micorrizas.

Como señala Olivera (2012) en diversos departamentos se ha venido incrementando el cultivo de fresas, tal como en Ayacucho donde existe clima favorable y suelos adecuados para su establecimiento, ello en gran medida gracias a la adaptabilidad de la planta, debido a esto viene siendo una actividad económica muy importante para las familias ayacuchanas. Sin embargo, su producción también trae consigo problemas fitosanitarios como factores limitantes de rendimiento causadas por patógenos, es por ello que en este trabajo de investigación se evaluó el efecto antagónico de cepas nativas de *Trichoderma spp.* frente a hongos fitopatógenos *Botrytis sp.* y *Fusarium sp.* presentes en fresas mediante pruebas de antagonismo que comprenden un enfrentamiento *in vitro* de estos hongos en el medio de cultivo Agar Papa Dextrosa para la realización del enfrentamiento dual en la que se determinó el PICR y el grado de micoparasitismo de cada especie de *Trichoderma* tal como expresa Zamora y Salazar (2019).

El presente trabajo tiene los siguientes objetivos:

#### **Objetivo general**

Evaluar el antagonismo *in vitro* de *Trichoderma spp.* frente a *Botrytis sp.* y *Fusarium sp.*, aislados de *Fragaria ananassa* "fresa".

#### **Objetivos específicos**

1. Aislar e identificar morfológicamente cepas de *Trichoderma spp.* de suelos con cultivos de fresas.
2. Aislar e identificar morfológicamente a los hongos *Botrytis sp.* y *Fusarium sp.* de muestras de fresa con signos y síntomas de enfermedad.
3. Determinar el porcentaje de inhibición de crecimiento radial de *Trichoderma spp.* frente a *Botrytis sp.* y *Fusarium sp.*

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Antecedentes internacionales

Arbito (2017) en Cuenca, Ecuador; en la tesis “Evaluación *in vitro* de la capacidad antagonista de *Trichoderma spp.* frente a *Fusarium spp.*” buscó comprobar la capacidad biofunguicida del hongo mediante su efecto de inhibición, para lo cual realizó una investigación de tipo experimental en la que enfrentó a *Trichoderma spp.* y *Fusarium spp.* por el método de bioensayo dual a diferentes temperaturas (20°C- 25°C- 30°C) y así comprobar a que temperatura era mayor la eficiencia de *Trichoderma spp.* como biofunguicida frente al control del crecimiento de la colonia de *Fusarium spp.* presente en placa. A través de la evaluación realizada con un diseño completamente al azar con 3 réplicas, se determinó que las cuatro cepas de *Trichoderma spp.* (M2, M3, M4, M5) aisladas de cultivos de arroz presentaron *in vitro* una capacidad antagónica mayor al 40% frente a *Fusarium spp.*; así mismo, las cepas de *Trichoderma spp.* presentaron un porcentaje de inhibición de crecimiento radial (PICR) frente a *Fusarium spp.* entre el 40-78% a las tres temperaturas estudiadas, demostrando así la adaptabilidad a variaciones en temperatura por parte de este hongo biocontrolador gracias a que posee diversos mecanismos que le permiten colonizar diferentes hábitats.

Pincay et al. (2020) en Quito, Ecuador; en la investigación “Evaluación *in vitro* del potencial antagonista de *Trichoderma sp.* y hongos endófitos de mora (*Rubus glaucus* Benth) para el control de *Botrytis cinerea*” evaluaron cepas de *Clonostachys sp.* y *Alternaria sp.* aislados de mora frente a dos aislados de *Trichoderma*, para ello utilizaron cultivos duales y la escala de Bell para determinar el antagonismo de *Trichoderma asperellum* y *Trichoderma sp.* los que alcanzaron el grado I, donde el antagonista inhibió el crecimiento de *Botrytis cinerea* en un 75,1% y 73,7% respectivamente; mientras que *Clonostachys sp.* alcanzó el grado

II. Por otro lado, *Alternaria sp.* alcanzó el grado III, lo cual no se consideró un eficiente inhibidor. Los resultados se analizaron mediante un análisis de varianza y comparación de medias de Tukey con 95% de probabilidad para determinar las diferencias significativas entre tratamientos. Se concluyó que *Trichoderma asperellum* y *Trichoderma sp* tuvieron rápido crecimiento y esporulación, en cambio *Clonostachys sp* mostró interacción con el micelio y esclerocios de *Botrytis cinerea* pero no calificó como buen antagonista por crecimiento lento. En el caso de *Alternaria* con el fitopatógeno las placas problema no evidenciaron antagonismo ya que ambos crecieron respetando su espacio.

Alonso (2020) en Tenancingo, México; en la tesis "Actividad antagónica *in vitro* de cepas nativas de *Trichoderma spp.* frente a *Rosellinia necatrix*, *Verticillium dahliae* y *Botrytis cinerea*, patógenos del cultivo de rosa" determinó la actividad antagónica de *Trichoderma* para ello se usó un diseño experimental completamente al azar con siete repeticiones por tratamiento, a partir de ello se obtuvo la inhibición en crecimiento micelial de los fitopatógenos en un intervalo de 89 y 43,3%. En la evaluación de metabolitos volátiles sobre *Rosellinia necatrix*, las cepas de *Trichoderma barbatum* y *Trichoderma tomentosum* inhibieron 48,3 y 45,7% del crecimiento micelial seguidas de *Trichoderma asperellum* y *Trichoderma harzianum* con 30% y 28,6% respectivamente. Así mismo se obtuvo un 46,8 y 42,9% del crecimiento micelial de *Verticillium dahliae* enfrentados a *Trichoderma barbatum* y *Trichoderma tomentosum* y por metabolitos difusibles el 52,1% y 48,8%, respectivamente. *Trichoderma tomentosum*, *T. barbatum* y *T. harzianum*, inhibieron por metabolitos volátiles el 65,2%, 58,3% y 36%, respectivamente del crecimiento micelial de *Botrytis cinerea* y por metabolitos difusibles *Trichoderma barbatum* inhibió el 25,8%. Finalmente se concluyó que la actividad antagónica *in vitro* de *Trichoderma tomentosum*, *T. barbatum*, *T. harzianum* y *T. asperellum* dependen de la patogenicidad del hongo al que se enfrenten.

Matute (2019) en Cuenca, Ecuador; realizó la tesis titulada "Control biológico del hongo gris (*Botrytis cinerea*) en cultivos de fresa (*Fragaria vesca L.*) mediante hongos filamentosos antagonistas", en esta tesis buscó evaluar la eficiencia de cepas de hongos filamentosos como agentes de biocontrol del moho gris en cultivos de fresa, para lo cual el diseño de esta investigación se basó en un estudio *in vitro* mediante ensayo dual utilizando la escala de Bell, mientras que el estudio en campo se pudo valorar el efecto de los antagonistas sobre los patógenos en ensayos bajo cubierta de cultivos tubulares a los cuales se les aplicaron dos

tratamientos con la frecuencia de dos veces en un intervalo de 15 días los cuales se compararon con el testigo referencial. Se concluyó que la diferencia entre los aislamientos con respecto a la inhibición no es significativa ya que estos fueron 72,33% y 72,67%, los resultados obtenidos indican que la utilización de especies de *Trichoderma* para el control del fitopatógeno en estudio es una estrategia beneficiosa para el manejo de enfermedades en condiciones de invernadero.

Andrade et al. (2019) en México; en la investigación titulada “Antagonismo de *Trichoderma spp.* vs hongos asociados a la marchitez de chile” buscaron alternativas de control para solucionar problemas fitosanitarios, y tuvieron como objetivo principal evaluar el efecto antagónico de *Trichoderma spp.* (*Trichoderma viride*, *T. harzianum* y *T. asperellum*), contra los agentes causales de marchitez (*Phytophthora capsici*, *Fusarium oxysporum* y *Rhizoctonia solani*) obtenidos de raíces de plantas de chile con síntomas de marchitez para lo que confrontó de manera *in vitro* mediante cultivos duales donde luego se midió el crecimiento de ambas colonias (cm) y evaluó el porcentaje de inhibición del crecimiento micelial radial, basándose en la fórmula propuesta por Ezziyyani et al. (2007). Como resultados los 3 hongos antagonistas presentaron alto porcentaje de inhibición, *Trichoderma asperellum* mostró el 88,25%, *T. viride* 87,22% y *T. harzianum* con 87,8%. En las condiciones del estudio, *Trichoderma asperellum*, *T. viride* y *T. harzianum*, resultaron microorganismos antagónicos eficientes contra los fitopatógenos.

Chauca (2018) en Riobamba, Ecuador; en la tesis “Evaluación de la capacidad antagónica de *Trichoderma spp.* frente al hongo *Rhizoctonia solani* en *Allium cepa* L. (cebolla roja)” realizó ensayos “*in vitro*” e “*in vivo*” para evaluar la capacidad de 3 cepas de *Trichoderma spp.* las cuales fueron cepas provenientes del suelo (TS), Trichomix (TT), y un producto comercial (TA), en tanto el antagonista se trató de *Rhizoctonia solani* aislados de plantas de cebolla. Para este ensayo se empleó un diseño completamente al azar con tres repeticiones y se aplicó el porcentaje de inhibición micelial (IM), el grado de micoparasitismo según la escala de Bell y el antagonismo de *Trichoderma* sobre *Rhizoctonia solani* en enfrentamientos duales. En resultados todas las cepas de *Trichoderma* mostraron antagonismo sobre *Rhizoctonia solani*, la IM de TS fue 55% y antagonismo de tipo físico, mientras que TA presentó 45% de IM y un antagonismo físico químico, finalmente TT no presentó una IM considerable y su antagonismo fue químico. En condiciones *in vivo* las plantas de cebolla presentaron menor incidencia de la enfermedad,

inducción de crecimiento de la parte aérea y radicular, incremento de peso seco y fresco en los tratamientos inoculados por separado con *Rhizoctonia solani* y el testigo.

Celis (2018) en Yucatán, México; realizó la investigación titulada “Evaluación de las propiedades antagónicas de *Trichoderma sp.* Ta13-17 contra *Fusarium spp*” para lo cual tuvo como principal objetivo comprobar la efectividad frente a las propiedades antagónicas de *Trichoderma* contra el hongo filamentoso del género *Fusarium*, para ello este trabajo consistió en identificar molecularmente el aislado de la cepa *Trichoderma sp.* Ta13- 13 17 y estimar su potencial antagónico *in vitro* e *in vivo*, contra 12 cepas, de 5 especies de *Fusarium*; aisladas de hospedantes de importancia económica. La cepa Ta13-17 fue identificada como *Trichoderma asperellum* y mostró inhibición en cultivos duales, al menos el 50% del crecimiento micelial del fitopatógeno y del 92 a 100 % mostró micoparasitismo, por otra parte, el filtrado de *Trichoderma asperellum* incorporado al medio de cultivo causó en algunas cepas hasta un 90,40 % de inhibición de crecimiento micelial, inhibición en la esporulación y germinación de conidios. *In vivo*, *Trichoderma asperellum* inhibió en un 87,5 % los síntomas causados por *Fusarium oxysporum* en chile habanero y mostró potencial en la promoción de crecimiento vegetal del mismo. Por lo que se considera a *Trichoderma asperellum* como un agente prometedor en el biocontrol de *Fusarium spp.*

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Acosta et al. (2021) en Oxapampa, Perú; en la investigación titulada “Cultivo dual *in vitro* de cepas nativas de *Trichoderma spp.* frente a *Botrytis sp.* patógeno de *Passiflora ligularis* Juss” evaluaron el nivel de antagonismo de trece cepas nativas de *Trichoderma spp.* frente a *Botrytis sp.* a nivel *in vitro*, para esto realizó un diseño aleatorio con 27 tratamientos y 4 repeticiones, la que realizó mediante el método dual de placas para poder observar crecimiento radial, competencia por espacio, competencia por nutrientes, grado de inhibición y micoparasitismo. Los resultados de la investigación del enfrentamiento resultaron en la restricción del desarrollo de *Botrytis sp.*, con respecto a la placa control. Así mismo, la mayor contención del desarrollo de micelio de *Botrytis sp.* por efecto del enfrentamiento contra *Trichoderma spp.* lo hizo la cepa *Trichoderma atroviride*. En la competencia por espacio y nutrientes por efecto del enfrentamiento *Trichoderma spp.* frente a *Botrytis sp.* y sus testigos, sobresalió la cepa *Trichoderma koningii*. En micoparasitismo, las cepas que lograron la escala 1 fueron: *Trichoderma koningii*,



*T. atroviride*, *T. citrinoviride*, *T. inhamatum* y *T. harzianum* y con un mayor grado de inhibición (39,3%) para *Trichoderma atroviride*.

Mamani (2020) en Puno, Perú; en la tesis “Influencia de especies de *Trichoderma spp.* en el control de *Botrytis fabae* y su mejora en el rendimiento del cultivo de haba (*Vicia faba* L.) en el distrito de Chucuito- Puno”, determinó la influencia de especies de *Trichoderma* sobre *Botrytis fabae* con un diseño de bloques completos al azar en parcelas divididas con un arreglo factorial 3x4 con tres repeticiones, se realizó pruebas de antibiosis y micoparasitismo con producción de metabolitos solubles inhibitorios por los antagonistas y enfrentamiento dual. Se concluyó que las cepas de *Trichoderma sp.* obtuvieron mayor inhibición micelial (50,96%), seguido de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride* con 43,59% y 40,39 % respectivamente evidenciando que el género *Trichoderma* resultaron ser micoparásitos agresivos, que colonizaron completamente al patógeno. En campo se realizaron los tratamientos con aplicaciones de *Trichoderma* nativo presentando los valores más altos en la evaluación de características morfológicas; pero los tratamientos con concentraciones (1x10<sup>8</sup> UFC y 1x10<sup>7</sup> UFC) fueron menos afectados por mancha chocolate con valores de área bajo la curva de progreso de la enfermedad (AUDPC) de 32,44% y 41,22% respectivamente, frente al testigo T (AUDPC = 166,56).

Cubas y Díaz (2019) en Trujillo, Perú; en la tesis denominada “Efecto de *Trichoderma spp.* y *Bacillus spp.* nativos aislados de *Vitis vinífera* Var. Moscato de Alejandria sobre el crecimiento de *Botrytis cinerea* en condiciones de laboratorio” realizó el aislamiento de *Bacillus spp.* y *Trichoderma spp.* a partir de suelos de campos de vid, utilizando la técnica de dilución y siembra por superficie, el antagonismo se evaluó mediante la técnica de cultivo dual presentando antagonismo de tipo 1 existiendo diferencia significativa entre ellas, mientras que para *Bacillus* se sembró el fitopatógeno en el centro de la placa con dos estrías del inóculo a cada lado, encontrándose así en dos de los cultivos una diferencia significativa para el porcentaje de crecimiento sobre *Botrytis cinerea* y finalmente se concluyó que la investigación de las cuatro especies aisladas de *Trichoderma* presentaron antagonismo tipo 1, y en caso de *Bacillus* cuatro de las especies presentaron inhibición por competencia de sustrato sobre el crecimiento del fitopatógeno.

Morales et al. (2020) en Lima, Perú; en la investigación titulada “Evaluación de la capacidad antagonica *in vitro* de cepas de *Trichoderma spp.* frente a *Phytophthora*

*cinnamomi*, fitopatógenos de *Persea americana* (palta)” evaluaron la capacidad antagonica de cepas nativas de *Trichoderma spp.* aisladas de la rizósfera de un cultivo de paltos, para esta evaluación *in vitro* se utilizó la técnica de cultivo dual en donde se midió los porcentajes de inhibición del crecimiento radial (PICR) de *Phytophthora cinnamomi*. Del total de cepas aisladas, 3 representadas por P1.1, P4.9 y P5.3, presentaron mayores PICR con 53,86, 56,24 y 60,49 % respectivamente. La identificación molecular indicó que las cepas P4.9 y P1.1 presentan un 99,66 y 100% de similitud con *Trichoderma asperellum* mientras que la cepa P5.3 un 98,17% de similitud con *Trichoderma spp.*, según el análisis BLAST. En base a los resultados obtenidos las cepas de *Trichoderma asperellum* representan un potencial para ser utilizadas como agentes biocontroladores de *Phytophthora cinnamomi* por lo que se recomienda realizar ensayo en campo.

Llicahua (2018) en Arequipa, Perú; en la tesis “Aislamiento y efecto antagonista *in vitro* de *Trichoderma spp.* frente a *Fusarium sp.* del cultivo de cebolla de los distritos de Santa Rita de Siguan y de Tiabaya– Arequipa-2018”, tuvo como objetivo evaluar el mecanismo de acción del bicontrolador seleccionando las cepas de *Trichoderma* (TSS-1, TES-1, TST-1, TET-1) y cepas de *Fusarium* que presentaron rápido crecimiento (3-5 días), esta investigación se realizó con un diseño completamente al azar y en base a los resultados obtenidos la competencia por espacio y nutrientes se dio en la cepa TSS- 1 con 54 mm, seguido de las cepas TST- 1 con 51,5 mm, TES-1 con 48 mm y TET-1 con 48 mm, en cuanto a la capacidad antagonica de cepas TSS-1 y TST-1 fue alta (grado 4) y baja en las cepas TES-1 y TET-1 (grado 1). El porcentaje de inhibición de crecimiento radial evaluado fue altamente efectivo en la cepa TSS-1 con 97,4% y efectivo para las cepas TST-1, TST-1 y TET-1 con 90,8%, 86,5% y 76,3% respectivamente.

Sucaticona (2018) en Puno, Perú; en la tesis titulada “Actividad antagonica *in vitro* de los hongos *Trichoderma spp.* y *Lecanicillium spp.* frente al hongo de la roya amarilla del café (*Hemileia vastatrix*) en condiciones de laboratorio” evaluó la actividad antagonica por competencia de espacio, nutrientes y grado de micoparasitismo de *Trichoderma spp.* y *Lecanicillium spp.* sobre el hongo fitopatógeno *Hemileia vastatrix* en cultivo *in vitro*, como resultados se obtuvo que los hongos aislados *Trichoderma spp.* y *Lecanicillium spp.* de los dos sectores de la provincia de Sandia presentaron una actividad antagonica frente al hongo fitopatógeno *Hemileia vastatrix*, es así que éste alcanzó un diámetro de crecimiento de 5,40 cm, 5,80 cm y 4,90 cm, 4,80 cm así existiendo diferencia

significativa con  $P < 0.05$  los cuales se clasificaron en el grado 4 de micoparasitismo y actividad antagónica del 75% a condiciones de laboratorio.

Huamán (2021) en Puno, Perú; en la tesis “Control biológico *in vitro* por *Trichoderma sp.*, sobre hongos fitopatógenos de la quinua *Rhizoctonia sp.*, *Fusarium sp.* y *Phoma sp.*”, buscó la presencia de los tres hongos fitopatógenos *Rhizoctonia sp.*, *Fusarium sp.* y *Phoma sp.*, en tres zonas de cultivo de quinua y así determinar el antagonismo *in vitro* de *Trichoderma sp.*, como biocontrolador, para ello se realizó el muestreo de plantas enfermas del cultivo de quinua, se midió el diámetro de crecimiento del antagonista (DCA) y diámetro de crecimiento del patógeno (DCP) para ello se utilizó el enfrentamiento dual con mediciones de crecimiento radial frente a los fitopatógenos en la que se detectó la presencia de los tres hongos fitopatógenos en estudio. Como resultados en 120 horas *Trichoderma sp.* tuvo 90,00 mm de micelio, respecto al DCP, *Rhizoctonia sp.* con 50,00 mm; *Fusarium sp.* con 62,00 mm y *Phoma sp.* con 4,00 mm; presentando poca dispersión de datos y diferencia estadística. Se concluyó que existe presencia de los tres fitopatógenos en las zonas de cultivo de quinua lo que confirma la actividad de biocontrolador de *Trichoderma sp.* sobre los fitopatógenos por su capacidad antagónica *in vitro*.

### **2.1.3. Antecedentes locales**

Pérez (2016) en Huamanga, Ayacucho; en la tesis titulada “Identificación del agente patógeno del marchitamiento de *Caesalpinia spinosa* “tara” y el efecto antagónico de *Bacillus sp.* y *Trichoderma sp.* Huamanguilla– Ayacucho 2012”, tuvo como objetivo el aislamiento del fitopatógeno causante de la enfermedad de marchitamiento vascular de la tara y determinación del efecto antagónico de *Bacillus sp.* y *Trichoderma sp.* sobre el patógeno. En este ensayo de evaluación antagónica algunas cepas de *Bacillus sp.* de las 40 aisladas tuvieron mayor efecto antagónico ( $p < 0.05$ ), a las cuales denominó TBa 4, TBa 6, TBa 9, TBa 11 y TBa 18 alcanzando 91,11%, 88,89%, 92,22%, 93,33%, y 91,11% de % inhibición respectivamente. Las pruebas antagónicas por cultivos duales mostraron que las cepas TBa 4, TBa 6, TBa 11 y TBa 18 tuvieron mayor efecto antagónico sobre las demás ( $p < 0.05$ ), alcanzando 92,22%, 91,11%, 90,00% y 91,11% de porcentaje de inhibición respectivamente. Las cepas de *Trichoderma sp.* alcanzaron 77,78% de inhibición y 74,44% para *Trichoderma viride*. Por la destrucción micelial y el grado de inhibición mostrados, los resultados en laboratorio concluyen que *Bacillus sp.* sea considerado como el mejor antagonista para *Fusarium sp.*

## **2.2. Marco conceptual**

### **2.2.1. Antagonismo**

El antagonismo microbiano según Campbell (1989, citado por Gómez et al., 2013) está definido como la capacidad de ejercer control biológico, deterioro o muerte de algunas especies de microorganismos (bacterias, levaduras u hongos) sobre diferentes patógenos causando efectos negativos sobre otros.

### **2.2.2. Cepas nativas**

Tenover et al. (1995, citado por Lee et al., 2018) definen a las cepas nativas como un grupo de microorganismos autóctonos que comparten características específicas, puntualmente indica que provienen de su área de distribución original de acuerdo con su potencial de dispersión natural.

### **2.2.3. Biofunguicida**

Para Pal y Gardener (2006, citado por Vinchira y Moreno, 2019) este término define a un grupo de microorganismos capaces de disminuir los efectos negativos de los hongos fitopatógenos, con la finalidad de producir un impacto significativo en el control de enfermedades, crecimiento y/o productividad de cultivos.

### **2.2.4. Fitopatógenos**

Agrios (2005, citado por Tomalo, 2015) define a los fitopatógenos como microorganismos con capacidad de destruir y alterar la fisiología de las plantas, a través de disturbios en el metabolismo celular con el objetivo de lograr su propio crecimiento.

### **2.2.5. Cinco de oros**

Puntener y Ciba (1981 citado por López, 2014) refieren que es un método de muestreo en el estudio de campos de cultivo donde se toman las cuatro esquinas y un punto central con la finalidad de que todos los elementos tengan la misma probabilidad de ser escogidos.

### **2.2.6. Signo**

Para Castaño (2015) este término se refiere a la presencia visible del agente causal, ya sea como estructura vegetal, reproductiva o de conservación.

### **2.2.7. Síntoma**

Castaño (2015) considera como síntoma a la manifestación del proceso de la enfermedad en una planta en respuesta al agente causal.

## **2.3. Bases teóricas**

### **2.3.1. Descripción y taxonomía de la planta de *Fragaria ananassa* “fresa”**

El Instituto Tecnológico Superior de Coalcomán (ITSC, 2018) describe esta planta como tipo herbácea, perenne de porte pequeño, a su vez compuesta de raíces y

raicillas, las raicillas presentan un tiempo de vida corto y se caracterizan por ser de un color más claro; así mismo, estas estructuras sufren un proceso de renovación fisiológico influenciado por factores ambientales, patógenos y entre otros que rompen el equilibrio.

Según lo planteado por Kessel (2012) esta planta posee un sistema radicular fasciculado, provisto de raíces con cambium vascular y suberoso, el tallo está constituido por un eje corto de forma cónica, las que evidencian numerosas escamas foliares, las hojas de esta planta son largas pecioladas, la ramificación de la inflorescencia puede ser basal o distal y presentan frutos de tipo aquenio, distribuidos por la superficie del receptáculo carnosos, así mismo el ITSC (2018) menciona que estas plantas presentan una etapa de desarrollo de cultivo vegetativa y otra productiva como también un tiempo de producción comercialmente viable de dos años relacionado con lo mencionado anteriormente.

Con base en Carrera (2022) clasifica a la fresa en las siguientes categorías:

**Tabla 1**

*Taxonomía de la fresa*

<b>Taxón</b>	<b>Nombre</b>
Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Orden	: Rosales
Familia	: Rosaceae
Género	: <i>Fragaria</i>
Especie	: <i>Fragaria ananassa</i>

*Nota.* Esta tabla representa el nivel jerárquico al que pertenecen las fresas según características de la planta.

### **2.3.2. Importancia del cultivo de *Fragaria ananassa* “fresa”**

Según Olivera (2012) los cultivos de fresas son de climas templados, con buena capacidad de adaptación a condiciones de costa y sierra de nuestro país debido a su reproducción por estolones, en dichas regiones se dan atributos particulares que permiten el buen desarrollo, tanto como las condiciones de agua, aspecto agro climático y fertilidad de los suelos.

En base al autor citado anteriormente en el Perú la fresa cada vez tiene mayor importancia en diferentes aspectos, tales como en la actividad económica, social y a nivel nutricional. En cuanto a la actividad económica esta se basa en parte a la exportación de fruta congelada que en los últimos años va en ascenso, aumentando también las empresas agroexportadoras dedicadas a este rubro que utilizan diversas técnicas de producción, además, esta actividad es importante

para el mercado nacional, donde también se incrementó la producción dirigida para abastecer los mercados mayoristas de las grandes ciudades. Pese a todo ello la fresa es un cultivo de gran importancia social ya que genera fuente de trabajo por la disponibilidad de mano de obra. (Olivera, 2012).

Así mismo para Sierra Exportadora (2016), el cultivo de la fresa está identificado como una buena alternativa de oportunidades de negocios en el sector agropecuario, de modo que, aprovechando la globalización y los tratados de libre comercio, se pueda acceder a nuevos mercados, de la misma forma menciona que el cultivo de fresas se ha convertido en una actividad productiva a tener muy en cuenta, principalmente en regiones como Lima y La Libertad. El crecimiento de la actividad es notable por el aumento en los niveles de producción y comercialización de fresa en presentaciones para consumo en fresco, así como en productos procesados diversos.

A nivel nutricional es Díaz (2019) quien refiere que las fresas poseen grandes cantidades de elementos muy necesarios para la salud, tales como vitaminas, sustancias antioxidantes y demás que fortalecen el sistema inmune, un ejemplo de ello son los ácidos orgánicos que poseen efectos desinfectantes y antiinflamatorios.

### **2.3.3. Enfermedades causadas por hongos, bacterias y virus**

El Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA, 2019) menciona que los cultivos de fresas son afectados por un gran número de enfermedades causadas por microorganismos que ocasionan graves daños en la planta y como consiguiente de estos daños el resultado es la disminución en rendimiento y/o la calidad de la cosecha. La incidencia de estos problemas sanitarios es variable según las condiciones climáticas, cultivares usados y prácticas de cultivo.

#### **a. Podredumbre de la corona y fruto**

Para López (2021) esta enfermedad causada por *Phytophthora fragariae* y genera daños en flores, frutos y hojas, así como también provoca enanismo, manchas, clorosis, marchitez y necrosis hasta la muerte de la planta ya que la enfermedad se caracteriza por dañar las raíces afectando la absorción de nutrientes y agua dando también una coloración verde azulada a las hojas jóvenes.

#### **b. Antracnosis**

Según Rodríguez (2020) con esta enfermedad presente en las plantas se observan manchas color café circulares firmes y hundidas, tanto en frutos verdes como en frutos maduros y conforme la enfermedad se desarrolla las lesiones en

frutos infectados se endurecen, se tornan de color negro para posteriormente secarse y momificarse. Los estolones pueden presentar canchales negros que pueden agrandarse hasta alcanzar el peciolo cortando la circulación de savia entre la planta madre e hijas.

#### **c. Verticilosis**

Para MAPA (2019) la verticilosis es una micosis vascular ocasionada por *Verticillium dahliae*, las infecciones se producen a partir de los microesclerocios, los cuales germinan y producen hifas que penetran en las raicillas. Esta enfermedad se manifiesta como una falta de crecimiento o desarrollo, marchitez de hojas más viejas de la planta que finalmente se secan, aunque las hojas jóvenes pueden permanecer erguidas, las plantas pueden o no manifestar marchitez.

#### **d. Oídio**

Olivera (2012) manifiesta que *Spaerotheca macularis* es el causante de la enfermedad y se presenta como una pelusa blanquecina inicialmente sobre el envés y luego sobre la cara de la hoja, otra característica de esta enfermedad es su aparición a temperaturas altas (20-25°C) y el encrespamiento de las hojas.

#### **e. Mancha aceitosa**

En base a Guerrero (2018) la mancha aceitosa producida por la bacteria *Xanthomonas fragariae* se caracteriza por manchas angulares verde claras y húmedas viéndose un exudado amarillo brillante que posteriormente se observa como una escama blancuzca llegando a secar la hoja por la nervadura central.

En cuanto a las virosis en este tipo de cultivos Olivera (2012) plantea que los transmisores son los áfidos y nemátodos, siendo los primeros los principales causantes de este tipo de enfermedad a diferencia de los nemátodos que no generan problemas de importancia en cultivos de fresa en el Perú. Entre las enfermedades más destacadas se encuentran el virus del bandeo de las nervaduras (SVBV), virus del borde amarillo de la fresa (SYEV), virus del borde amarillo tenue (SMYEV), virus del encrespamiento de la hoja de la fresa (SCV) y el virus del moteado de la fresa (SMV).

#### **2.3.4. Biología y taxonomía de Trichoderma**

Mukherjee et al. (2013) señalan que el género *Trichoderma* son considerados cosmopolitas ya que se caracterizan por encontrarse en el suelo, corteza muerta, rizósfera de plantas, materia orgánica, residuos de cultivos, etc. Esto es debido a su acción antifúngica la que está comprendida por actividades enzimáticas y

antibióticas que le permite tener un estilo de vida biotrófico y saprófito, así mismo presenta una reproducción asexual, la cual se caracteriza por la formación de conidios, de igual forma Senasa (2013) clasifica al hongo en mención de la siguiente manera:

**Tabla 2**

*Taxonomía de Trichoderma*

<b>Taxón</b>	<b>Nombre</b>
Reino	: Fungi
División	: Eumycota
Clase	: Hyphomycetes
Orden	: Moniliales
Familia	: Moniliaceae
Género	: Trichoderma
Especie	: <i>Trichoderma sp</i>

**Nota.** Esta tabla representa el nivel jerárquico al que pertenece Trichoderma

### **2.3.5. Importancia económica**

Con respecto a ello Hernández et al. (2019) argumentan que este grupo de antagonistas son de gran importancia económica ya que poseen capacidad para desarrollarse en diferentes sustratos, adaptación a condiciones ecológicas, producción de enzimas promotoras de crecimiento vegetal como auxinas, giberelinas y ácidos orgánicos, además de compuestos volátiles de interés biotecnológico y ambiental. Estas características son las que les permiten producirse masivamente para su uso en la agricultura y ser utilizados como biocontroladores frente a hongos fitopatógenos.

### **2.3.6. Características del género Trichoderma**

#### **a. Características macroscópicas**

Kumar (2019) señala que las colonias del género Trichoderma son de aspecto algodonoso con coloración blancas- verdes, amarillo- verdosas que se compactan con el tiempo; así mismo, estas colonias tienen características culturales específicas tales como borde irregular, filamentoso, superficie sectorizada, elevación plana y extendida, también presentan un rápido crecimiento en medio de cultivo agar papa dextrosa (APD).

#### **b. Características microscópicas**

Arbito (2017) señala lo mencionado en el texto de “Géneros ilustrados de hongos imperfectos” como características resaltantes y propias del género Trichoderma como son la presencia de conidios con anillos concéntricos, conidióforos erectos hialinos generalmente muy ramificados, no verticilados de hifas hialinas septadas,



conidios unicelulares de forma redonda o elipsoidal de aproximadamente 3  $\mu\text{m}$  de diámetro los cuales presentan pigmentación verdosa, fiálides hialinas en forma de matraz; pueden ser solitarias o dispuestas en racimos.

### **2.3.7. Condiciones de crecimiento de Trichoderma**

En cuanto a las condiciones necesarias para el crecimiento de Trichoderma es Arbito (2017) quien menciona que este tipo de hongos pueden vivir en un rango de temperatura entre 15 y 35°C, siendo 25°C la temperatura ideal para el crecimiento micelial.

En cuanto a la humedad relativa requerida para estos antagonistas se encuentra en un rango de 20 y 80%, siendo 70% la humedad relativa ideal de crecimiento para este grupo de hongos, así mismo el pH adecuado para su desarrollo según indica el autor citado anteriormente sería de 6 a 6,5 ya que posee la capacidad de acidificar el medio en el que se encuentra por la secreción de ácidos orgánicos, teniendo como fuente principal de carbono la celulosa y como medio de cultivo para su crecimiento óptimo el agar papa dextrosa (APD) en el que presenta crecimiento colonial rápido de 5 días a 25°C gracias también a la presencia de luz lo que promueve la formación de esporas. (Arbito, 2017)

### **2.3.8. Mecanismos de acción antagonica de Trichoderma**

Según Hernández et al. (2019) los mecanismos de control empleados por este grupo de hongos son complejos y pueden ser de efecto directo e indirecto, estos mecanismos se basan en la producción de elicitores para promover la defensa de la planta o la toma de nutrientes de los hongos que parasita, así como la producción de enzimas como quitinasas, glucanasas o proteasas para la retracción y desorganización de la membrana plasmática y citoplasma respectivamente.

De la misma forma Meyer et al. (2019) mencionan que el género Trichoderma posee varios mecanismos de acción para regular el desarrollo de diferentes hongos fitopatógenos entre los que están la competencia por espacio y nutrientes, el micoparasitismo y la antibiosis como mecanismos de acción directa, en tanto la desactivación de enzimas de los patógenos y la estimulación del crecimiento vegetal se encuentran dentro de los mecanismos de acción indirecta. El mismo autor señala que el mecanismo de competencia se define como el comportamiento desigual de dos a más microorganismos ante un mismo sustrato, pero con la utilización de este requerimiento por uno de los microorganismos lo que genera la reducción del espacio disponible para los demás, lo más característico de este mecanismo es el beneficio por parte del antagonista obtenido gracias a sus

características como controlador biológico entre las que están la velocidad de crecimiento, plasticidad ecológica, y desarrollo. (Meyer et al. 2019)

Para Pérez et al. (2017) la competencia por sustrato o nutrientes del género *Trichoderma* es por carbono, nitrato y hierro, así mismo lo que beneficia este mecanismo es la velocidad de crecimiento y la secreción de metabolitos que frenan o eliminan a los competidores en el microambiente, es así que este modo de acción influye en “bloquear el paso” del patógeno y es de suma importancia para la diseminación del antagonista.

### **2.3.9. Biología y taxonomía de *Botrytis***

De acuerdo a Koike y Bolda (2019), el nombre *Botrytis* deriva del griego “botrys”, que significa “racimo de uvas”, visto al microscopio se puede observar que las estructuras que albergan las esporas de los hongos parecen un puñado de uvas. La denominación de “moho gris” hace referencia a una fase del desarrollo del hongo durante la cual adquiere apariencia de pelusa gris, esta pelusa contiene las esporas (células reproductivas) del hongo, pero no es frecuente verlas ya que *Botrytis* requiere de condiciones determinadas para producir dichas esporas (Koike y Bolda, 2019).

Como señala Calvo (2013) *Botrytis* es un hongo necrotrófico, es decir produce la muerte de su anfitrión para obtener todos los nutrientes que necesita, este hongo es causante de la enfermedad conocida como podredumbre gris en una gran variedad de plantas, por ese motivo se le considera un fitopatógeno que genera grandes pérdidas económicas en importantes cultivos. La alta capacidad de producir estructuras de resistencia, elevada tasa de mutación y alta ubicuidad convierten a *Botrytis* en un fitopatógeno difícil de controlar, además de ser un patógeno agresivo es un microorganismo versátil, capaz de crecer y reproducirse en tejidos dañados, senescentes y muertos de frutas, hortalizas y demás plantas. Otro punto importante es que las masas de conidios grises de estos hongos se extienden fácilmente por el aire, por salpicaduras de agua y por actividad física/mecánica. (Calvo, 2013)

Tal como menciona Álvarez (2012) las infecciones por *Botrytis* son visibles pasadas las dos o tres semanas, además este género tiene debilidad por flores y frutos, pero también puede ubicarse en tallos, hojas y semillas las que a su vez sirven como portadoras, y comienzan a desarrollarse únicamente cuando las condiciones son óptimas, es en ese momento cuando comienza la germinación de la semilla y su posterior muerte. La infección de flores por su parte tampoco es visible desde el inicio, pero presenta síntomas de clorosis ante el ataque por

Botrytis, así como la presencia de zonas descoloridas rodeadas por anillos en tonos marrones oscuros en las cuales luego aparece una capa de moho gris, así mismo basado en este autor la jerarquización del hongo fitopatógeno es como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 3**

*Taxonomía de Botrytis*

<b>Taxón</b>	<b>Nombre</b>
Reino	: Fungi
División	: Ascomycota
Clase	: Ascomycetes
Orden	: Moniliales
Familia	: Moniliaceae
Género	: Botrytis
Especie	: <i>Botrytis sp</i>

*Nota.* Esta tabla representa el nivel jerárquico al que pertenece Botrytis.

### **2.3.10. Importancia económica**

Según Tomalo (2015), este fitopatógeno afecta a una gran variedad de plantas incluyendo entre ellos más de 200 especies de frutas y verduras. Es de gran importancia económica debido a la considerable incidencia del patógeno y a las repercusiones en cultivos de tomates, vid, fresas, etc.; ya que puede atacar a estos y demás cultivos en cualquier estado de desarrollo. Provoca severas pérdidas antes de la cosecha principalmente debido a las infestaciones de frutas y flores en condiciones húmedas; así mismo, el “moho gris” también tiene afectación postcosecha a temperaturas de refrigeración.

### **2.3.11. Ciclo de infección de Botrytis**

De acuerdo con Ocampo et al. (2017) las esporas de Botrytis pueden producirse sobre cualquier material y ser transportadas a grandes distancias por corrientes de aire. Una vez la espora alcanza la superficie del huésped se inicia el ciclo de infección, la que se divide en varias fases y es como sigue:

- Primero se da la adhesión y germinación de las esporas sobre la superficie del tejido vegetal del huésped (Ocampo et al. 2017)
- En segundo lugar, sigue la penetración en el tejido vegetal a través de heridas o aberturas naturales mediante la participación de actividades enzimáticas o de diversos procesos mecánicos (Ocampo et al. 2017).
- Luego continúa con el establecimiento del patógeno en la zona de penetración, determinando así la muerte de las células adyacente al punto de penetración y

dando lugar a la formación de una lesión primaria como consecuencia de la expresión de los mecanismos de defensa de la planta. (Ocampo et al. 2017).

- Después se inicia la fase de latencia durante la que los mecanismos de defensa de la planta parecen controlar al patógeno que se aloja en las áreas de necrosis correspondientes a las lesiones primarias (Ocampo et al. 2017).
- Finalmente, transcurrido un tiempo el patógeno es capaz de vencer las barreras defensivas de las plantas e inicia el proceso de disseminación en el tejido vegetal, determinando así la colonización y la maceración del tejido infectado en corto periodo de tiempo dando lugar a que el tejido infectado con el patógeno produzca una nueva generación de esporas que pueden iniciar un nuevo ciclo de la infección. (Ocampo et al. 2017)

#### **2.3.12. Signos y síntomas de la enfermedad**

Según señalan Koike y Bolda (2019), la manifestación del “moho gris” varía dependiendo del estado fisiológico del tejido vegetal y de la parte de la planta que haya infectado. Entre los signos característicos de Botrytis se destaca la presencia de estructuras fúngicas algodonosas grisáceas polvorientas, en cuanto a la sintomatología de hojas nuevas recién expandidas se infectan sin mostrar síntomas debido a que el hongo permanece inactivo (latente) en este tipo de tejidos, cuando estas hojas infectadas llegan a la madurez el hongo puede activarse y producir una cubierta aterciopelada gris en las partes de tejido muerto. Las flores sintomáticas evidencian lesiones de color café en los pétalos, en los receptáculos y en los sépalos. Si el moho continúa desarrollándose en la flor consecuentemente ocasionara la marchitez y la muerte de la flor como de la fruta inmadura. (Koike y Bolda, 2017)

En los frutos el hongo fitopatógeno puede evidenciarse con una coloración café en el extremo de la misma, la infección de los frutos es de mayor y fácil propagación en frutos maduros, los cuales se ven beneficiados por condiciones ambientales favorecedoras. (Koike y Bolda, 2017)

#### **2.3.13. Factor de patogenicidad**

De acuerdo con Anta (2021), cada fase que constituye el proceso de infección requiere diferentes estadios de desarrollo, lo que a la vez implica la participación de diferentes determinantes o factores de patogenicidad como cualquier factor que contribuya a la penetración, invasión, colonización y maceración del tejido vegetal vivo.

### **2.3.14. Características de Botrytis**

#### **a. Características macroscópicas**

Tal como señala Carrillo (2019) este fitopatógeno en medio de cultivo APD con antibiótico (cloranfenicol) presenta características macroscópicas particulares en las colonias de Botrytis al observarse algodonosas, de color blanco a gris, y en algunos casos pardas grisáceas, así mismo se evidencia la presencia de micelio filamentosos de color blanco grisáceo y conforme transcurren los días se presentan los conidios de apariencia cristalina. Después de varios días de siembra en el medio de cultivo se empiezan a formar filamentos de micelio entrelazado de color pardo irregular o negro, de consistencia dura denominado esclerocio.

#### **b. Características microscópicas**

Como expresa Tauma (2023), Botrytis a nivel microscópico presenta conidióforos altos, delgados, hialinos o pigmentados, ramificados, hifas de forma ramificada y conidios hialinos y levemente coloreadas, unicelulares, ovoides o esféricas sobre pequeños esterigmas en el extremo con conidióforos ramificados. Presenta células hifales multinucleadas, células apicales agrandadas o redondeadas, teniendo racimos de conidios.

### **2.3.15. Principales especies patógenas del género Botrytis**

De acuerdo a Romero y Granados (2018), algunas especies fitopatógenas son *Botrytis cinerea* (presentes en cebolla, fresas, vid, entre otros), *Botrytis polyblastis* (en plantas ornamentales), *Botrytis allii* (en cebolla), *Botrytis fabae* (en habas), entre otros.

### **2.3.16. Biología y taxonomía de Fusarium**

En base a la Dirección General de Sanidad Vegetal (DGSV, 2020) los hongos del género Fusarium son considerados hongos de campo porque causan una serie de enfermedades a los cultivos, los mismos que desencadenan afecciones de carácter irreversible, Fusarium es un hongo imperfecto oportunista, ubicuo, fitopatógeno de distribución cosmopolita que recibe diversas denominaciones tales como “amarillamiento”, “pudrición por Fusarium”, “marchitez por Fusarium”. Las especies de Fusarium se encuentran entre los patógenos de plantas de mayor importancia, por ser un hongo de interés agrícola. Este género cuenta con numerosas especies causantes de enfermedades en una amplia gama de plantas, esto debido a que se encuentra distribuido en los suelos, en plantas subterráneas, aéreas y también se encuentran presentes en restos de plantas.

Desde el punto de vista de la DGSV (2020) algunas especies de Fusarium son saprófitas en algunas fases de crecimiento y pueden o no desarrollar la fase de

reproducción sexual, también menciona que hongo puede transmitirse por el aire en trozos de restos de plantas infectadas y en polvo o gotas de agua, de la misma manera menciona la clasificación de este fitopatógeno como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 4**

*Taxonomía de Fusarium*

<b>Taxón</b>	<b>Nombre</b>
Reino	: Fungi
División	: Ascomycota
Clase	: Sordariomycetes
Orden	: Hypocreales
Familia	: Nectriaceae
Género	: Fusarium
Especie	: <i>Fusarium sp</i>

*Nota.* Esta tabla representa el nivel jerárquico al que pertenece Fusarium.

### **2.3.17. Importancia económica**

Según Leyva et al. (2017), el género *Fusarium* tiene distribución mundial, varias especies son patógenas ya que infectan una gran variedad de cultivos entre los más importantes se encuentran el maíz (*Zea mays*), trigo (*Triticum spp*), avena (*Avena sativa*), cebada (*Hordeum vulgare*), tomate (*Solanum lycopersicum*), cebolla (*Allium cepa*), etc, además de ello se considera un problema agrícola de suma importancia ya que reduce el rendimiento y calidad de los cultivos infectados esto gracias a la producción de toxinas las cuales hacen posible que el patógeno invada directamente la base de los tallos o entrando a través de las raíces.

### **2.3.18. Ciclo de vida Fusarium**

La DGSV (2020) indica que el inóculo primario de *Fusarium* está presente en los rastrojos y suelos, iniciándose de esta manera la infección en etapas tempranas de cultivos. La podredumbre inicia en etapas vegetativas, pero solo es percibida hasta que comienza la migración de fotosintatos de la base de los tallos y como consecuencia el debilitamiento del vegetal. La enfermedad producida por *Fusarium* es considerada monocíclica ya que puede haber infecciones secundarias, en presencia de raíces, las clamidosporas o conidios germinan y penetran en tejidos de las plantas susceptibles. El fitopatógeno ingresa al xilema y crece hacia arriba, tapando el tejido y por consecuencia reduce el movimiento del agua.

### **2.3.19. Signos y síntomas de la enfermedad**

Según Bárcenas et al. (2019), los signos característicos por *Fusarium* son colonias aéreas algodonosas generalmente blanquecinas, entre los síntomas presentes ante una invasión de los tejidos vegetales se evidencian claramente la marchitez, amarillamiento de follaje, achicamiento de la planta, secado y muerte de las hojas viejas, los tejidos vasculares y de la corteza se tornan oscuros a marrón anaranjado.

### **2.3.20. Factor de patogenicidad**

Para la DGSV (2020) este tipo de hongos se comportan como fitopatógenos al encontrar tejidos vegetales con condiciones óptimas para crecer. Este hongo penetra las capas de la corteza de la raíz por medio de heridas hasta llegar al sistema vascular de la planta. Una vez el fitopatógeno se haya establecido en el tejido vegetal se evidenciará la sintomatología característica de la marchitez. La perdurabilidad de este hongo en el suelo por largos periodos se debe a sus estructuras de resistencia llamadas clamidosporas. Un ejemplo claro es *Fusarium oxysporum* que es capaz de invadir el sistema vascular de la planta produciendo 14 variedades de enzimas líticas que despolimerizan todos los componentes de la pared vegetal, tales como el xilano, la celulosa, las pectinas y las proteínas.

### **2.3.21. Metabolitos tóxicos de Fusarium**

Como plantea Villa (2014) las especies de *Fusarium* producen toxinas que aumentan su virulencia, algunas de ellas son las eniatinas y ácido fusárico, las cuales son fitotoxinas; así mismo también producen otras sustancias como tricotecenos y fumonisinas las que son micotoxinas que son tóxicos para animales ya que sus efectos son carcinógenos, mutagénicos, teratogénicos, citotóxicos, neurotóxicos, nefrotóxicos, inmuno- supresores y estrogénicos. Los tricotecenos son el mayor grupo de micotoxinas y son contaminantes comunes de los cereales, un ejemplo claro es el deoxinivalenol (DON) el cual es uno de los triotecenos más frecuentes en cebada, maíz, centeno, semillas de girasol y trigo. Así mismo las fumonisinas B1 constituyen el 70% del total de las fumonisinas del género *Fusarium* incluyendo *Fusarium graminearum*.

### **2.3.22. Características de Fusarium**

#### **a. Características macroscópicas**

Según Salazar (2020) las colonias fúngicas presentan colonias de crecimiento rápido, micelio aéreo extenso y de textura algodonosa, a menudo de coloración variable con algún matiz de rosa, púrpura, o amarillo o blanco dependiendo del

medio de cultivo en el que crezca y de la especie que se trate, así también algunas especies son usualmente de un tinte de color intenso al dorso de la colonia.

#### **b. Características microscópicas**

Por otra parte Rentería et al. (2019) afirman que este hongo presenta fiálides finas en forma de botella, simple o ramificada, cortas o largas, monofialídica o polifialídica, presenta macroconidios pluricelulares ligeramente curvados o doblado en los extremos formando extremos puntiagudos presentando forma de medialuna, hialinos y septados, en cuanto a los microconidios pueden ser ovoides u oblongos, llevados solos o en cadena, con clamidosporas con doble pared gruesa, lisa o rugosa, de manera aislada, en pareja o grupo pero este último solo presente en algunas especies.

#### **2.3.23. Principales especies patógenas del género *Fusarium***

Según Hernández (2016) algunas especies fitopatógenas son *Fusarium graminearum* (presentes en cebada, trigo y arroz), *Fusarium oxysporum* (en papa, palta, plátano, guanábana y fresa), *Fusarium solani*, (en cítricos y palta), *Fusarium fujikuroi*, (en arroz y maíz), *Fusarium guttiforme* (en piña), *Fusarium verticillioides* (en maíz, cítricos), *Fusarium equiseti* (en palta y fresa), *Fusarium proliferatum* (en fresa). Además de ello en su estudio menciona las especies *Fusarium subglutinans*, *F. incarnatum*, *F. concolor*, *F. decemcellulare*, *F. chlamydosporum* y *F. austroamericanum* como especies asociadas a diversidad de frutales.



### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación

##### 3.1.1. Ubicación del lugar de muestreo

La toma de muestras se realizó en el vivero ubicado entre el Jr. Gral Córdova y Jr. Covadonga en el distrito de Carmen Alto de la provincia de Huamanga.

##### a. Ubicación política

Región : Ayacucho.

Provincia : Huamanga.

Distrito : Carmen Alto.

Los límites de este distrito son:

Este : Con el distrito de San Juan Bautista.

Oeste : Con el distrito de Socos.

Norte : Con el distrito de San Juan Bautista.

Sur : Con el distrito de Socos.

##### b. Ubicación geográfica

Las coordenadas geográficas del distrito son:

Latitud sur : 13° 10' 33"

Longitud oeste : 74° 13' 35"

Altitud : 2.789 m.s.n.m.

##### 3.1.2. Lugar de ejecución

El ensayo de la presente investigación se ejecutó en los laboratorios de Microbiología Ambiental de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

#### 3.2. Unidad de análisis

La unidad de análisis del presente trabajo fueron las 4 cepas de *Trichoderma* (T-1, T-2, T-3, T-4). y las muestras de fresas con signos y síntomas de enfermedad (frutos y tallos).

### **3.3. Tipo de investigación**

Básica- experimental (Arias, 2021)

### **3.4. Diseño de investigación**

Se realizó un diseño experimental completamente al azar con 3 repeticiones, teniendo 1 testigo por cada hongo fitopatógeno y hongo antagonista de cada tratamiento, citados por los autores Gutiérrez y De la Vara (2012) y Vásquez et al. (2016)

### **3.5. Metodología**

#### **3.5.1. Recolección de muestras y aislamiento de *Trichoderma spp***

##### **a. Recolección de muestras de suelo**

De acuerdo al Instructivo técnico para la captación de muestras de suelo realizado por el Ministerio de Agricultura (2019) y Ávila et al. (2014) el muestreo de suelos que se encuentran en contenedores se realizan de la siguiente manera:

##### **Procedimiento**

- Se realizó el muestreo de suelos por la técnica de cinco de oros, para ello se procedió a tomar submuestras de forma aleatoria, tomando la muestra de suelo con una cuchara estéril.
- Se depositó cada submuestra en un recipiente de plástico estéril para formar una muestra completa de hasta aproximadamente 500 g.
- Finalmente se transportó la muestra completa y rotulada al laboratorio de Microbiología Ambiental.

##### **b. Aislamiento de *Trichoderma spp***

El aislamiento del hongo antagonista se realizó mediante técnicas mencionadas en Gómez et al. (2013), las cuales se detallan a continuación:

- Se tamizó la muestra de suelo y homogenizó para luego pesar 10 g que luego se colocó en 90 mL de agua destilada estéril, después se agitó constantemente por espacio de 20 a 30 minutos para obtener la solución madre.
- Se tomó 1mL de la solución madre para poner en un frasco con 9 mL de agua destilada estéril, a partir de ello se realizó diluciones sucesivas hasta la dilución  $10^{-4}$  de la que se tomó 0,1 mL para realizar la siembra por diseminación en placas de Petri contenidas con el medio Agar Papa Dextrosa + cloranfenicol (antibiótico bacteriostático), de las cuales se sembraron 3 réplicas por dilución.
- Se incubó las placas a 25°C por 5 a 7 días, las que se observaron constantemente para ver si se encontraba presente y en desarrollo el hongo antagonista.

- Desarrollado el hongo en estudio se hizo montajes sobre láminas portaobjetos con la técnica impronta, luego se añadió una gota de azul de lactofenol para su observación al microscopio con el objetivo de 40X para la identificación de Trichoderma.
- De las placas con desarrollo del hongo antagonista se realizó un microcultivo y para la identificación morfológica de género y especie se utilizó las claves taxonómicas del libro “Géneros ilustrados de Hongos imperfectos” de Burnett y Hunter (1998, como se citó en Arbito 2017) y el libro titulado “Trichoderma y Gliocladium” como se citó en Gonzáles 2020.
- Finalmente, se transfirieron las cepas nativas de Trichoderma a viales con medio Agar Papa Dextrosa para su conservación.

### **3.5.2. Recolección de muestras y aislamiento de los hongos fitopatógenos**

#### **a. Recolección de las muestras vegetales**

En base a Jiménez (2015) el procedimiento de recolección de muestras vegetales se realizó de la siguiente manera:

- Se seleccionaron tallos y frutos de fresas sanas y enfermas con signos y síntomas de enfermedad.
- Se cortaron con utensilios estériles, luego se envolvieron en papel toalla.
- Se pusieron las muestras recolectadas en recipientes y se cerraron herméticamente.
- Se colocó cada recipiente rotulado en una bolsa para ser transportado al laboratorio de Microbiología Ambiental.

#### **b. Aislamiento de los fitopatógenos *Botrytis sp* y *Fusarium sp***

El aislamiento de hongos fitopatógenos se realizó mediante la técnica citada por Gómez et al. (2013).

#### **Aislamiento a partir de estructuras fúngicas que se encuentran en la superficie del vegetal (signos) de los frutos**

- Se tomó una pequeña porción del hongo que se encuentra en la superficie de las fresas con signos de “moho gris” utilizando el asa de Kolle en gancho.
- Luego se sembró por puntura sobre el medio APD + cloranfenicol y se incubó a 25°C por 5 a 7 días.
- Después del tiempo transcurrido se observó las características macroscópicas de las colonias, enseguida se hizo montajes sobre láminas portaobjetos añadiendo una gota de lactofenol para la observación al microscopio con el objetivo de 40X.

- Se identificaron las estructuras características de *Botrytis* en base a las claves taxonómicas del “Atlas Pictórico de Hongos de Suelo y Semillas” de Watanabe (2010, como se citó en Mena, 2019).
- Por último, las cepas identificadas se transfirieron a viales con medio Agar Papa Dextrosa para su conservación.

### **Aislamiento del hongo a partir de muestras con síntomas de la enfermedad en los frutos**

Para el aislamiento de hongos fitopatógenos se utilizará el procedimiento mencionado por Bustamante (2018) para la preparación de la cámara húmeda.

#### **Preparación de una cámara húmeda**

- Se procedió a lavar y secar el recipiente juntamente con la rejilla, luego se desinfectó con alcohol al 96° y se añadió una pequeña cantidad de agua destilada estéril a la cámara para crear un ambiente húmedo.
- Se colocó un recipiente que separe el medio líquido con la muestra dentro de la cámara húmeda.
- A partir de muestras con síntomas por *Botrytis sp.* se realizó pequeños cortes de material vegetal (tejido sano y enfermo).
- Para la desinfección se colocó los trozos de material vegetal en solución de hipoclorito de sodio al 2% por 3 minutos.
- Se enjuagó 3 veces con agua destilada estéril y se secó con papel filtro y luego se tomó los trozos con la ayuda de un bisturí para obtener trozos pequeños de la parte afectada y sana.
- Se tapó el recipiente y se colocó a luz tenue para observar signos a las 24 h.
- Se realizó un microcultivo incubando a 25°C por 5 a 7 días en medio APD una vez evidenciado el fitopatógeno por características macroscópicas.
- Por último, se observó al microscopio con el objetivo de 40X para su identificación con la ayuda de claves taxonómicas del “Atlas Pictórico de Hongos de Suelo y Semillas citados en Mena (2019).

### **Aislamiento del hongo a partir de muestras con síntomas de la enfermedad en los tallos**

Para el aislamiento de hongos fitopatógenos se utilizará el procedimiento mencionado por Espinoza (2019)

- Se lavaron los tallos y se cortaron en fracciones de aproximadamente 10 mm.
- Se colocaron en una solución de hipoclorito de sodio al 1% durante 3 minutos y luego se lavaron 3 veces con agua destilada estéril.

- Se colocaron los trozos en papel absorbente y se transfirieron a una placa con Agar Papa Dextrosa y se incubaron las placas a 25° por 5 a 7 días
- Por último, se observó al microscopio con el objetivo de 40X para su identificación con la ayuda de claves taxonómicas del “Atlas Pictórico de Hongos de Suelo y Semillas” citados en Mena (2019).

### 3.5.3. Evaluación del efecto antagónico (Técnica de cultivo dual)

#### a. Determinación del Porcentaje de Inhibición de Crecimiento Radial (PICR)

Según Astorga et al. (2013) y Ortiz (2013) el procedimiento de la técnica de cultivo dual es como sigue:

- Se colocaron aproximadamente 10mL de Agar Papa Dextrosa en placas de Petri de 90 mm x 15 mm, luego se dispusieron discos de 5 mm de diámetro del hongo *Trichoderma sp.*, y al otro extremo otro disco de 5 mm del fitopatógeno sobre la superficie del agar.
- Se realizó el mismo procedimiento para placas individuales del fitopatógeno y cada especie de *Trichoderma*.
- Se incubó simultáneamente las placas por triplicado a una temperatura de 25°C por 5-7 días para la posterior medición del crecimiento micelial del fitopatógeno.
- Se calculó el PICR (%) teniendo en cuenta lo siguiente:

$$\text{PICR} = (R_1 - R_2) / R_1 \times 100$$

R1: radio del patógeno testigo (radio mayor)

R2: radio del patógeno enfrentado al antagonista (radio menor).

- Se realizó el procedimiento mencionado por Sucaticona (2018), en el cual se comparó el grado de antagonismo alcanzado por las especies de *Trichoderma* mediante la escala de Bell mostrado en la tabla 5.

### 3.6. Análisis estadístico

Los datos obtenidos se procesaron en el programa Microsoft Excel para la obtención de estadísticos descriptivos. Para analizar el efecto antagónico de cada *Trichoderma* se empleó la prueba t de Student, con un nivel de significación de 0.05 y para determinar el mejor efecto antagónico entre especies de *Trichoderma* se empleó el análisis de varianza de PICR con nivel de significancia de 0.05; por último, se hizo comparaciones múltiples de promedios con la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ). Para el análisis estadístico se usó el programa R versión 4.2.2 (R Core Team, 2020)

#### **IV. RESULTADOS**

**Tabla 5**

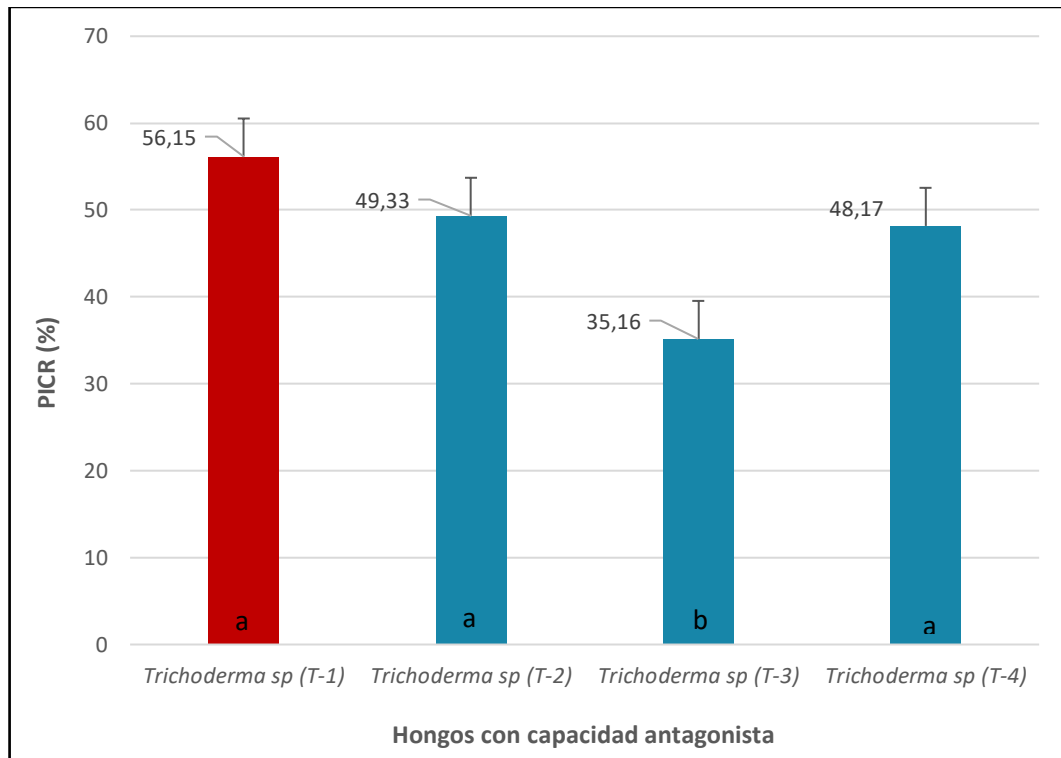
*Tipo de muestras y hongos aislados de cultivos de Fragaria ananassa "fresa"*

<b>Muestra</b>	<b>Hongo aislado</b>	<b>Codificación</b>
Suelo	<i>Trichoderma sp</i>	T-1
Suelo	<i>Trichoderma sp</i>	T-2
Suelo	<i>Trichoderma sp</i>	T-3
Suelo	<i>Trichoderma sp</i>	T-4
Fruto	<i>Botrytis sp</i>	B-1
Fruto	<i>Botrytis sp</i>	B-2
Tallo (corona)	<i>Fusarium sp</i>	F-1

*Nota.* Esta tabla nos presenta el origen de la muestra de los hongos aislados del presente trabajo

**Figura 1**

Porcentaje de inhibición de crecimiento radial (PICR) de las cuatro cepas de *Trichoderma* frente a *Botrytis sp* (B-1)

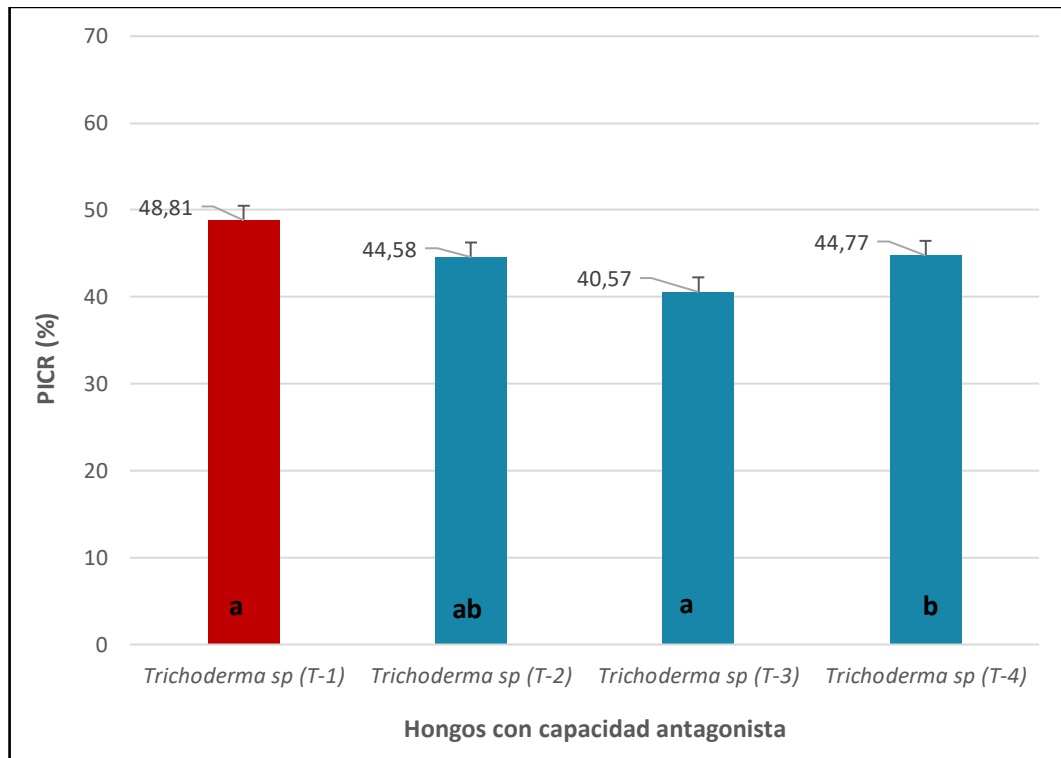


Nota. Prueba Tukey ( $\alpha=0.05$ ), los promedios con letras iguales no difieren significativamente.



**Figura 2**

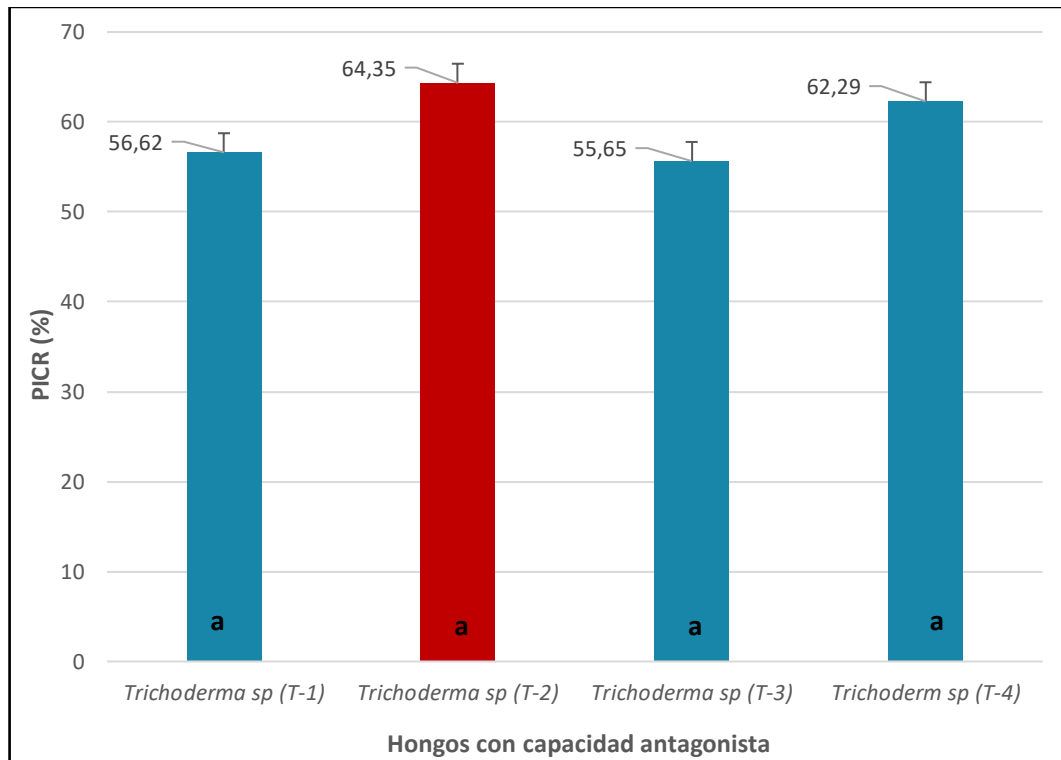
Porcentaje de inhibición de crecimiento radial (PICR) de las cuatro cepas de *Trichoderma* frente a *Botrytis sp* (B-2)



Nota. Prueba Tukey ( $\alpha = 0.05$ ), los promedios con letras iguales no difieren significativamente.

**Figura 3**

Porcentaje de inhibición de crecimiento radial (PICR) de las cuatro cepas de *Trichoderma* frente a *Fusarium sp* (F-1)



Nota. Prueba Tukey ( $\alpha= 0.05$ ), los promedios con letras iguales no difieren significativamente.

**Tabla 6**

Grado de antagonismo de las cuatro cepas de *Trichoderma* frente a *Botrytis sp* (B-1) según la escala de Bell.

<b>Antagonista frente al fitopatógeno</b>	<b>Grado de micoparasitismo</b>	<b>Capacidad antagónica</b>
<i>Trichoderma sp</i> (T-1) frente a <i>Botrytis sp</i> (B-1)	1	Trichoderma ocupa completamente la superficie del medio de cultivo cubriendo totalmente al patógeno.
<i>Trichoderma sp</i> (T-2) frente a <i>Botrytis sp</i> (B-1)	1	Trichoderma ocupa completamente la superficie del medio de cultivo cubriendo totalmente al patógeno.
<i>Trichoderma sp</i> (T-3) frente a <i>Botrytis sp</i> (B-1)	3	Trichoderma y el <i>Botrytis</i> colonizan cada uno la mitad de la superficie, ningún hongo domina.
<i>Trichoderma sp</i> (T-4) frente a <i>Botrytis sp</i> (B-1)	1	Trichoderma ocupa completamente la superficie del medio de cultivo cubriendo totalmente al patógeno.

*Nota.* En el gráfico se muestra el grado de micoparasitismo *in vitro* de las cepas de *Trichoderma* frente al fitopatógeno causante del "moho gris"

**Tabla 7**

Grado de antagonismo de las cuatro cepas de *Trichoderma* frente a *Botrytis sp* (B-2) según la escala de Bell.

<b>Antagonista frente al fitopatógeno</b>	<b>Grado de micoparasitismo</b>	<b>Capacidad antagónica</b>
<i>Trichoderma sp</i> (T-1) frente a <i>Botrytis sp</i> (B-2)	1	Trichoderma ocupa completamente la superficie del medio de cultivo cubriendo totalmente al patógeno.
<i>Trichoderma sp</i> (T-2) frente a <i>Botrytis sp</i> (B-2)	1	Trichoderma ocupa completamente la superficie del medio de cultivo cubriendo totalmente al patógeno.
<i>Trichoderma sp</i> (T-3) frente a <i>Botrytis sp</i> (B-2)	2	Trichoderma coloniza las dos terceras partes de la superficie del medio de cultivo y limita el crecimiento del fitopatógeno.
<i>Trichoderma sp</i> (T-4) frente a <i>Botrytis sp</i> (B-2)	1	Trichoderma ocupa completamente la superficie del medio de cultivo cubriendo totalmente al patógeno..

*Nota.* En el gráfico se muestra el grado de micoparasitismo *in vitro* de las cepas de *Trichoderma* frente al fitopatógeno causante del "moho gris"

**Tabla 8**

Grado de antagonismo de las cuatro cepas de *Trichoderma* frente a *Fusarium sp* (F-1) según la escala de Bell.

<b>Antagonista frente al fitopatógeno</b>	<b>Grado de micoparasitismo</b>	<b>Capacidad antagónica</b>
<i>Trichoderma sp</i> (T-1) frente a <i>Fusarium sp</i> (F-1)	2	Trichoderma coloniza las dos terceras partes de la superficie del medio de cultivo y limita el crecimiento del fitopatógeno.
<i>Trichoderma sp</i> (T-2) frente a <i>Fusarium sp</i> (F-1)	2	Trichoderma coloniza las dos terceras partes de la superficie del medio de cultivo y limita el crecimiento del fitopatógeno.
<i>Trichoderma sp</i> (T-3) frente a <i>Fusarium sp</i> (F-1)	2	Trichoderma coloniza las dos terceras partes de la superficie del medio de cultivo y limita el crecimiento del fitopatógeno.
<i>Trichoderma sp</i> (T-4) frente a <i>Fusarium sp</i> (F-1)	2	Trichoderma coloniza las dos terceras partes de la superficie del medio de cultivo y limita el crecimiento del fitopatógeno.

*Nota.* En el gráfico se muestra el grado de micoparasitismo *in vitro* de las cepas de *Trichoderma* frente al fitopatógeno causante de la "marchitez"

## V. DISCUSIÓN

En la tabla 6 se puede evidenciar que existe una variedad de especies de hongos antagonistas del género *Trichoderma* que se encuentran habitando suelos de diversos cultivos, tal como mencionan Hernández et al. (2019) en México, esto es posible ya que este grupo de hongos se caracterizan por ser cosmopolitas teniendo facilidad de adaptación, producción de metabolitos, enzimas, entre otros. Características similares con nuestros resultados coinciden con los de Mena et al. (2019) quienes reportan diversas especies tales como *Trichoderma asperellum*, *T. virens*, *T. faciculatum*, *T. reesei*, *T. harzianum* y otras especies más indicadas como *Trichoderma spp.* presentes en cultivos de fresas, en este trabajo de investigación *in vitro* para la evaluación del antagonista en mención se clasificaron a estos hongos como pertenecientes al género *Trichoderma* basados en claves taxonómicas citados en el libro de “Géneros ilustrados de Hongos imperfectos” de Barnett y Hunter también mencionado por Cruz (2022) en México, quien relaciona las características mencionadas en cada clave taxonómica para pertenecer a un grupo particular en la identificación de 4 cepas de *Trichoderma spp.* como *Trichoderma konigiposis*, *T. asperellum*, *T. hamatum* y *T. harzianum* encontrados también en cultivos de fresas en su investigación para el control biológico de *Fusarium solani* con cepas de *Trichoderma spp.*, de la misma forma Maniscalco y Dorta (2014) en Venezuela también señalan la identificación de hongos con características típicas de *Trichoderma* en cultivos de maíz tales como *Trichoderma harzianum*, *T. virens*, *T. koningiopsis*, *T. ovalisporum*, *T. asperellum*, *T. erinaceum*, entre otros.

De la misma forma en la tabla 6 se muestran los fitopatógenos causantes de “moho gris” aislados de frutos de fresas codificados como B-1 y B-2 los cuales se distinguieron por diferencias culturales en cuanto a velocidad de crecimiento, color colonial y estructuras fungosas presentes como micelio y esclerotes, estos

resultados coinciden con Tauma (2023) en Perú quien realizó una caracterización morfológica y genética de aislamientos de *Botrytis cinerea* en arándanos en la cual aislaron 29 cepas y los clasificó como de tipo esclerotial y micelial debido a una gran variabilidad en cuanto al aspecto del micelio, el nivel de esporulación y producción de esclerocios. De la misma forma Leiva et al. (2019) en Ecuador indican 9 aislados a partir de signos y síntomas de moho gris en frutos de fresas los que compartieron características morfológicas y patogénicas los cuales mediante ensayos de inoculación provocaron los mayores valores del Área bajo la curva del progreso de la enfermedad en el que se concluyó la diferencia patogénica de tres aislados codificados como CC-ESPOCH-Bc-6, CC-ESPOCH-Bc-7 y CCESPOCH-Bc-9. De la misma forma Koike y Bolda (2016) en su investigación sobre *Botrytis* mencionan a estos patógenos como los principales causantes de enfermedad y con mayor extensión en cultivos de fresas ya que puede infectar cultivos, pero su presencia puede pasar desapercibida gracias a que estos hongos pueden encontrarse inactivos en algunos órganos de la planta por tiempo limitado y luego activarse al mismo tiempo que el cultivo alcance un grado de madurez para comenzar su expansión. Hay que mencionar, además que la diversidad de infección de este patógeno es mencionado por diferentes investigadores tales como Pincay et al. (2020) en Ecuador quienes aislaron *Botrytis cinerea* a partir de frutos de mora con esporulación grisácea y se clasificó en este grupo gracias a sus características culturales mencionados por Barnett y Hunter (1998) citados anteriormente también por otros investigadores. Por otra parte, en cuanto al fitopatógeno *Fusarium* causante de la marchitez es Bárcenas et al. (2019) en México quienes mencionan estos fitopatógenos provenientes de raíces y tallos de fresas, las cuales contaron con características similares a las encontradas en el presente trabajo las que clasificó en este grupo por características culturales semejantes al de la cepa (IFO 31180 (8)) (ATCCO) de *Fusarium oxysporum* obtenida del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), así mismo comparó la coloración de la colonia, tipo, tamaño y forma de las basándose en rasgos descritos por Nelson et al. (1983) en el libro *Especies de Fusarium: Un manual ilustrado para la identificación* y el *Manual de laboratorio de Fusarium* de Leslie y Summerell (2006). De la misma forma Mariscal et al. (2017) en México obtuvo estos hongos a partir de tejido infectado de la raíz y corona de fresas las cuales presentaron características culturales que coinciden con las obtenidas en la presente

investigación como pigmentaciones de color blanco, rojo, violeta, y variaciones, con abundante micelio, así mismo en el análisis microscópico obtuvo microconidios abundantes, hialinos, ovoides a elipsoides la mayoría con macronidios hialinos, curvos y algunos con abundantes clamidosporas de forma terminal o intercalar, solitarias o en cadenas, todo ello también comparado con pruebas moleculares en las que se compararon con cepas de *Fusarium* de diversas especies de una base de datos. Así mismo Granados et al. (2022) en Costa Rica señalan el aislamiento del fitopatógeno en medio APD a partir de raíces y corona con síntomas de enfermedad de plantas de fresas las que coincidían con características culturales con el Manual de laboratorio de *Fusarium* citado anteriormente y una base de datos para la secuencia de datos obtenidas mediante técnicas moleculares tal como menciona Mariscal et al. (2017).

En la figura 1 se muestra el porcentaje de inhibición del crecimiento radial (PICR) de *Botrytis sp* (B-1) en el ensayo *in vitro* frente a los 4 tratamientos, como resultado del enfrentamiento se demostró que existen diferencias significativas con al menos uno de los tratamientos ya que el valor de p fue menor a 0.05. Según el gráfico se pudo observar que *Trichoderma sp* (T-1) fue el mejor biocontrolador obteniendo un mayor porcentaje de inhibición igual a 56,15% mostrando una capacidad inhibitoria superior a los demás, seguido de *Trichoderma sp* (T-2) y *Trichoderma sp* (T-4) con 49,33% y 48,13% respectivamente y finalmente *Trichoderma sp* (T-3) con un PICR igual a 35,16% considerándose como la especie con menor capacidad inhibitoria frente a la agresividad patogénica de *Botrytis sp* (B-1). Por otra parte en la figura 2 se muestra el porcentaje de inhibición del crecimiento radial (PICR) de *Botrytis sp* (B-2) frente a los 4 tratamientos y como resultado se obtuvo que *Trichoderma sp* (T-1) fue el mejor antagonista con un porcentaje de inhibición de crecimiento radial de 48, 81% seguido de *Trichoderma sp* (T-4) y *Trichoderma* (T-2) con 44,77% y 44,58% respectivamente, no habiendo diferencias significativas entre los dos tratamientos y finalmente *Trichoderma* (T-3) con un PICR de 40,57% el cual se consideró como la especie con menor capacidad inhibitoria frente a la cepa de *Botrytis sp* (B-2).

Los resultados para la evaluación antagónica frente a las cepas de *Botrytis* son similares a lo dicho por Goñas (2017), en su ensayo menciona de igual manera que *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride* poseen la mejor capacidad inhibitoria al presentar un PICR igual a 64,2% y 61,8% en el enfrentamiento *in vitro*, colocándolos de esta manera como especies con buena eficiencia



antagónica en comparación a otros antagonistas como *Clonostachys rosea*. Por otra parte Alonso (2020) en México menciona a *Trichoderma harzianum*, *T. tomentosum*, *T. barbatum* y *T. asperellum* como excelentes inhibidores del crecimiento de *Rhizoctonia necatrix*, *Verticillium dahliae*, *Botrytis cinerea* en el que se evidenció el grado de competencia independiente que posee cada antagonista sobre un determinado fitopatógeno, ejemplo de esto se puede mencionar que al enfrentarse a *Botrytis cinerea* se obtuvo 67,7% para *Trichoderma asperellum*, 67,2% para *Trichoderma tomentosum* y 64,8% para *Trichoderma harzianum* mientras que *Trichoderma barbatum* fue ineficiente de ejercer acción sobre el fitopatógeno, es decir cada fitopatógeno como cada antagonista cuenta con un grado de agresividad y especificidad diferente y de esto dependerá su acción en los enfrentamientos. En relación a este punto Sucaticona (2018) en Perú en su investigación enfrentó en condiciones de laboratorio una variedad de cepas eficientes de *Trichoderma spp.* y *Lecanicillium spp.* frente al hongo de la roya amarilla del café (*Hemileia vastatrix*), como resultado obtuvo la existencia de la diferencia significativa entre tratamientos con  $P < 0.05$  presentando un porcentaje de antagonismo de 75% para *Trichoderma spp.* y 50% para *Lecanicillium spp.* los cual indica como buenos antagonistas frente al hongo *Hemileia vastarix*, ante ello cabe mencionar lo dicho por Eraso et al. (2014) que cada especie antagónica presenta un grupo de fitopatógenos que puede controlar de manera eficiente y de igual modo los fitopatógenos cuentan con un grado de patogenicidad diferente independientemente a la especie a la que pertenezcan, es decir cada antagonista tiene una naturaleza agresiva y capacidad metabólica diferente sobre un determinado fitopatógeno, un modo de acción complejo que incluye quimiotaxis, antibiosis y parasitismo los cuales son factores determinantes para categorizar la efectividad de las especies de antagónicas frente a los fitopatógenos.

En la figura 3 se muestra el porcentaje de inhibición del crecimiento radial (PICR) de *Fusarium sp* (F-1) frente a los 4 tratamientos por *Trichoderma*, en este ensayo se obtuvo que *Trichoderma sp* (T-1) fue el mejor antagonista con un porcentaje de inhibición de crecimiento radial de 64,35%, seguido de *Trichoderma sp* (T-4) y *Trichoderma viride* (T-1) con 62,29% y 56,62 % respectivamente, por último, se obtuvo un PICR de 55,65% para *Trichoderma sp* (T-3) considerándolo como el que obtuvo menor capacidad inhibitoria y no presentó diferencia significativa entre los tratamientos ya que el valor de  $p$  fue mayor a 0.05, estos resultados coinciden con Andrade et al. (2019) en México quienes indican que en la valoración del

porcentaje de inhibición del crecimiento radial de los patógenos causantes de la marchitez del chile no existía diferencias significativas entre tratamientos con *Trichoderma asperellum*, *T. viride* y *T. harzianum* al enfrentarse con fitopatógenos causantes de la marchitez del chile siendo *Fusarium oxysporum* el que a su vez presentó mayor actividad antagónica con un PICR de 88,25% en comparación con los fitopatógenos *Rhizotocnia solani* y *Phytophthora capsici* los que resultaron con 87, 22% y 87,8% por lo que se plantea que cualquiera de ellos son efectivos para contrarrestar este problema fitosanitario, algo semejante plantean Guédez et al. (2012) quienes mediante la utilización de 6 aislados de *Trichoderma harzianum* frente a *Fusarium oxysporum*, *Rhizotocnia solani* y *Sclerotium rolfsii* se concluyó que el mayor porcentaje de inhibición era para *Fusarium* con un 80% a diferencia del enfrentamiento con los otros fitopatógenos que obtuvieron 72% y 71% respectivamente a lo que mencionan la forma de inhibición que posee *Trichoderma* aun estando a distancia del patógeno ya que está mediada por diversos mecanismos destacándose entre ellos la producción de compuestos inhibitorios al medio de cultivo, producción de metabolitos y de enzimas extracelulares difusibles hacia el fitopatógeno. De mismo modo Barari (2016) encontró que todas las cepas de *Trichoderma* probadas en su ensayo inhibieron el crecimiento micelial de *Fusarium oxysporum* L-6 en cultivo dual, indica de la misma forma que hubo diferencias significativas entre las cepas de *Trichoderma harzianum* L-6, *Trichoderma harzianum* P-3, *Trichoderma harzianum* N-8 y *Trichoderma harzianum* D-21, con la inhibición del crecimiento de *Fusarium oxysporum* en un 63,33%, 68,22% y 56,16%, respectivamente por efecto de los metabolitos libre de *Trichoderma* lo que redujo a la vez el área de la colonia del fitopatógeno (Barari, 2016). En ese mismo contexto Sánchez (2017) en México menciona el enfrentamiento dual entre las cepas *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma asperellum* frente a *Fusarium oxysporum* y *Fusarium solani* en la que presentó mayor grado de patogenicidad *Fusarium oxysporum*, sin embargo las especies aisladas de *Trichoderma* presentaron un crecimiento rápido aún ante la presencia de un patógeno con alta agresividad lo que demostró el potencial antagónico de *Trichoderma* sobre el género *Fusarium*, planteando así que el antagonismo entre microorganismos dependerá de la acción biotrófica o necrotrófica del antagonista, producción de enzimas extracelulares, correspondientes a la composición y estructura de las paredes celulares de los hongos parasitados y virulencia del patógeno.

En la tabla 7 se muestra el grado de antagonismo con cada uno de los tratamientos frente a la cepa de *Botrytis sp* (B-1), según la escala de Bell los tratamientos *Trichoderma sp* (T-1), *T. harzianum* (T-2) y *Trichoderma sp.* (T-4) se encontraron en el grado 1 ya que éstas dos especies cubrieron por completo al fitopatógeno, a diferencia de *Trichoderma sp* (T-3) que se encontró en el grado 3 debido a que en el enfrentamiento ninguno de los hongos dominó sobre el otro. De la misma forma en la tabla 8 se muestra el grado de antagonismo con cada uno de los tratamientos frente a la cepa de *Botrytis sp* (B-2), según la escala de Bell con los tratamientos de *Trichoderma sp* (T-1), *Trichoderma sp* (T-2) y *Trichoderma sp* (T-4) se alcanzó el grado 1 a diferencia de *Trichoderma sp* (T-3) que alcanzó el grado 2. Estos resultados coinciden con Marín et al. (2017) quienes señalan que de los 9 aislados de *Trichoderma spp.* solo con 4 de las cepas antagónicas (J21, J 14, J 22 y BC1) se mostró más eficiencia al limitar el crecimiento del patógeno en una forma más evidente y según la escala de Bell dos son de clase I (J 21 y J14) y las otras especies (J 22, BC 1) son de clase II por su comportamiento frente a *Botrytis cinerea*, el mismo autor menciona que el resultado obtenido podría atribuirse a la acción combinada ejercida por *Trichoderma* sobre los patógenos, mediante la competencia por nutrientes, producción de metabolitos antifúngicos, enzimas hidrolíticas, y micoparasitismo, tal como Matute (2019) al evaluar el grado de antagonismo de las cepas J1 y Y2 de *Trichoderma harzianum* ya que pudo observar que en el enfrentamiento dual cada uno de ellos alcanzó un grado diferente de antagonismo al estar en contacto con el fitopatógeno *Botrytis* considerándose dentro de la categoría I, lo dicho hasta aquí se puede entender con lo planteado por Eraso et al. 2014 quien explica que este mecanismo es debido a la capacidad inhibitoria de las cepas que poseen excelente crecimiento quimitotrófico permitiendo el debilitamiento del fitopatógeno e inhibición del mismo. De la misma forma Acosta et al. (2021) en Perú presentan resultados similares al evaluar las cepas *Trichoderma koningii*, *T. atroviride*, *T. citrinoviride*, *T. inhamatum*, *T. harzianum* las cuales alcanzaron la clase 1 de la escala de Bell por crecer completamente sobre la colonia de la cepa del patógeno *Botrytis cinerea* lo que redujo el área de desarrollo y formación de conidios de *Botrytis* y en nivel 2 a diferentes cepas de *Trichoderma harzianum*, *T. strictipile*, *T. longibrachiatum* alcanzando las dos terceras partes de la superficie del medio compartido con el fitopatógeno por un posible menor grado de reconocimiento químico y físico como manera de biocontrol al reducir o detener el desarrollo de micelio del patógeno.

En la tabla 9 se muestra que los tratamientos T-1, T-2, T-3 y T-4 se ubican en el grado 2 según la escala de Bell frente a *Fusarium sp* ya que sobrepasaron los 2/3 de la placa por el crecimiento colonial, algo semejante obtuvo Ramírez et al. (2012) en Cuba al presentar 5 cepas antagonistas provenientes de Chile habanero enfrentados con *Fusarium sp.* del cual de las codificadas como *Trichoderma sp.* dos clasificarían en grado II y las otras en grado III junto a una cepa de *Trichoderma harzianum*. Al igual que estos autores son Michel et al. (2020) en México quienes evaluaron el antagonismo *in vitro* de cepas nativas de *Trichoderma spp* correspondientes a *Trichoderma inhamatum* y *Trichoderma asperellum* en confrontación dual con *Fusarium oxysporum* aislados de cultivos de Jamaica, resultando el grado 2 alcanzado por todas las especies de *Trichoderma* ya que crecieron en las 2/3 partes de la superficie del medio de cultivo.

## VI. CONCLUSIONES

1. Se logró aislar e identificar 4 cepas de *Trichoderma* de suelos con cultivos de fresas, los cuales fueron codificados como T-1, T-2, T-3 y T-4, diferenciándose entre sí mediante una caracterización macroscópica y microscópica en base a claves taxonómicas, la que permitió su identificación y pertenencia de estos hongos al género *Trichoderma*.
2. Se pudo aislar 3 cepas de fitopatógenos de frutos y tallos de fresas los cuales fueron *Botrytis sp* codificado como B-1, *Botrytis sp* codificado como B-2 diferenciándose entre sí por el tipo de crecimiento y características de sus colonias, así como la formación de esclerotes, por último la cepa *Fusarium sp* codificado como F-1, los cuales mediante observaciones macroscópicas y microscópicas con base en claves taxonómicas citadas por diversos autores se llegó a la conclusión de su pertenencia a estos grupos.
3. Se determinó el porcentaje de inhibición de crecimiento radial de las cuatro cepas nativas de *Trichoderma* frente a los hongos fitopatógenos *Botrytis sp* y *Fusarium sp* mediante mediciones radiales de la colonia del fitopatógeno enfrentado a cada una de las especies de *Trichoderma*, en el cual para el fitopatógeno *Botrytis sp* (B-1 y B-2) se registró como mejor antagonista a *Trichoderma sp* (T-1) con un PICR de 56,15% y 48, 81% respectivamente alcanzando el grado 1 en la escala de Bell en los dos casos, mientras que para el caso de *Fusarium sp* (F-1) la cepa de mayor efecto inhibitorio lo alcanzó *Trichoderma sp* (T-2) con 64,35% alcanzando las dos cepas el grado 2.

## VII. RECOMENDACIONES

- Utilizar medios de cultivo diferentes al medio Agar Papa Dextrosa para el aislamiento de los hongos antagonistas, dependiendo de la localización de los fitopatógenos.
- Realizar un análisis molecular de los hongos antagonistas y hongos fitopatógenos para completar su identificación.
- Investigar y realizar ensayos *in vivo* utilizando los mejores microorganismos antagonistas.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, L. T., Azania, D. K. y Azania, R. et al. (2021). Cultivo dual *in vitro* de cepas nativas de *Trichoderma spp.* frente a *Botrytis sp.* patógeno de *Passiflora ligularis* Juss. Riagrop. *Revista de Investigación Agropecuaria Science and Biotechnology*, 1(4), 43-55. <http://dx.doi.org/10.25127/riagrop.20214.720>
- Alonso Bahena, A. (2020) *Actividad antagónica in vitro de cepas nativas de Trichoderma spp. frente a Rosellinia necatrix, Verticillium dahliae y Botrytis cinerea, patógenos del cultivo de rosa* [Tesis de pregrado, Universidad Autónoma del Estado de México]. <https://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/105592/Tesis%20de%20Licenciatura%20Anahid%20Alonso%20%20Bahena%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Alvarez Gómez, T. B (2012). *Biocontrol de Botrytis cinerea a partir de extractos fenólicos de fresa* [Tesis de posgrado, Instituto Politécnico Nacional de Michoacán]. [http://handbook.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/TECNOLOGICAS\\_20/Industrias\\_de\\_la\\_alimentacion/37.pdf](http://handbook.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/TECNOLOGICAS_20/Industrias_de_la_alimentacion/37.pdf)
- Andrade Hoyos, P., Luna Cruz, A., Osorio Hernández, E., Molina Gayosso, E., Landero Valenzuela, N. y Barrales Cureño, H. J. (2019). Antagonismo de *Trichoderma spp.* vs hongos asociados a la marchitez de chile. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 10(6), 1259-1272. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i6.1326>
- Anta Fernández, F. (2021). *Analysis of development and virulence factors and the effect of no on germination and the cell cycle in Botrytis cinerea* [Tesis doctoral, Universidad de Salamanca]. DOI: 10.14201/gredos.148397
- Arbito Riera, M. P. (2017) *Evaluación in vitro de la capacidad antagonista de Trichoderma spp frente a Fusarium spp.* [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14419/1/UPS-CT007088.pdf>
- Arias, J. y Covinos, M. (2021). *Diseño y metodología de la investigación*. [Archivo PDF]. [https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w26022w/Arias\\_S2.pdf](https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w26022w/Arias_S2.pdf)
- Astorga Quirós, K., Meneses Montero, K., Zúñiga Vega, C., Brenes Madriz, J. y Rivera Méndez, W. (2013). Evaluación del antagonismo de *Trichoderma sp.* y *Bacillus subtilis* contra tres patógenos del ajo. *Revista Tecnología en marcha*. 27(2), 82- 9. DOI: 10.18845/tm.v27i2.1929
- Ávila Cubillos, C., Goretti Ramírez, M., & Lizcano Toledo, R. (2014). Aislamiento de *Trichoderma sp.*, en las unidades productivas agrícolas del Centro de Formación Agroindustrial La Angostura de Campoalegre (Huila). *Revista Agropecuaria y Agroindustrial La Angostura*, 1(1), 15–20. Recuperado a partir de <https://revistas.sena.edu.co/index.php/raaa/article/view/145>
- Barari, H. (2016). Biocontrol del marchitamiento por *Fusarium* del tomate por especies de *Trichoderma* en condiciones *in vitro* e *in vivo*. *Cercetari Agronomice en Moldavia*, 49, 91 - 98. <https://repository.uaiasi.ro/xmlui/handle/20.500.12811/1069>

- Bárceñas Santana, D., Guillén Sánchez, D., Basaldua, C. Y., Ramos García, M. L. y Valle de la Paz, M. (2019). Etiología de la secadera de la fresa (*Fragaria spp.*) en Morelos, México. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 37(3), 454-463. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.1904-5>
- Bustamante Gonzales, S. R. (2018) *Evaluación del potencial antifúngico de los extractos etanólicos de Phyllanthus niruri y Minthostachys mollis frente al hongo Botrytis cinerea* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/9058>
- Calvo Garrido, C. (2013). *Control de la podredumbre por Botrytis cinerea mediante la aplicación de Candida sake CPA-1 y otras estrategias alternativas a los fungicidas químicos en uva de vinificación* [Tesis doctoral, Universidad de Lleida]. <http://hdl.handle.net/10803/134607>
- Carrera Parra, A. B. (2022). *Uso de Trichoderma sp como agente biocontrolador de Botrytis cinerea en una plantación de fresa (Fragaria sp) ubicada en la parroquia Valparaíso Cantón Guano* [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/17627>
- Carrillo Gualancañay, I. (2019). *Evaluación para el aprovechamiento de las saponinas de los residuos de quinua (Chenopodium quinoa Willd) como inhibidoras de hongos fitopatógenos* [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/11163/1/236T0447.pdf>
- Castaño Zapata, J. (2015). *Principios básicos de hongos fitopatógenos*. <https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=bRQoEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA33&dq=principios+basicos+de+hongos+fitopatogenos+de+jairo+casta%C3%B1o&ots=XMTknLxVeX&sig=mSvSwFHVITteg8W8oVUnrnLIQQk>
- Celis Perera, S. (2018) *Evaluación de las propiedades antagónicas de Trichoderma sp. Ta13-17 contra Fusarium spp.* [Tesis de Maestría, Instituto Tecnológico de Conkal de México]. [https://conkal.tecnm.mx/images/POSGRADO\\_NEW/GEN\\_20162018/Sandy%20Esther%20Celis%20Perera.pdf](https://conkal.tecnm.mx/images/POSGRADO_NEW/GEN_20162018/Sandy%20Esther%20Celis%20Perera.pdf)
- Chauca Chávez, E. C. (2018) *Evaluación de la capacidad antagónica de Trichoderma spp. frente al hongo Rhizoctonia solani en Allium cepa L (cebolla roja)* [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8939/1/236T0338.PDF>
- Cruz Coronel, A. (2022) *Control biológico de Fusarium solani resistente a fungicidas con cepas de Trichoderma spp.: Una alternativa agroecológica para el cultivo de fresa en Puebla, México* [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Puebla]. <https://hdl.handle.net/20.500.12371/16423>
- Cubas Carranza, A. L. y Díaz Flores, R. M. (2019) *Efecto de Trichoderma spp. y Bacillus spp nativos aislados de Vitis vinifera var. moscato de Alejandría sobre el crecimiento de Botrytis cinérea en condiciones de laboratorio* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/13405/CUBAS%20>



- CARRANZA%2c%20Andrea%20Luc%c3%ada%20y%20DIAZ%20FLOR  
ES%2c%20Rosa%20Milagros.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Díaz Gutiérrez, R. Y. (2019) *Sustentabilidad del cultivo de fresa de los agricultores del distrito de Huaura*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3962/diaz-gutierrez-rosa-yesenia.pdf?sequence=1>
- Dirección General de Sanidad Vegetal. (2020). *Fusarium spp. (Hypocreales: Nectriaceae). Podredumbre de raíces* [ArchivoPDF]. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/633031/Fusarium\\_spp\\_\\_ma\\_z\\_\\_2020.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/633031/Fusarium_spp__ma_z__2020.pdf)
- Distrito.pe. (15 de mayo del 2022). *Carmen Alto*. <https://www.distrito.pe/distrito-carmen-alto.html>
- Eraso Insuasty, C., Acosta Rodríguez, J., Salazar González, C., y Betancourth García, C. (2014). Evaluación de cepas de *Trichoderma spp.* para el manejo del amarillamiento de arveja causado por *Fusarium oxysporum*. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 15(2), 237-249. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-87062014000200010&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-87062014000200010&lng=en&tlng=es)
- Espinoza Ahumada, C. A., Gallegos Morales, G., Hernández Castillo, F. D., Ochoa Fuentes, Y. M., Cepeda Siller, M., y Castillo Reyes, F. (2019). Antagonistas microbianos a *Fusarium spp.*, como agente causal de pudrición de raíces y tallo en melón. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 6(16), 45-55. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-90282019000100045](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-90282019000100045)
- Gómez, H., Ramírez, W.S., Cantoral, M. T. y Torres, E. (2013). *Manual de producción y uso de hongos antagonistas* [Archivo PDF]. <https://www.senasa.gob.pe/senasa/wp-content/uploads/2017/09/Manual-de-Producci%C3%83%C2%B3n-y-Uso-de-Hongos-Antagonistas.pdf>
- Granados Montero, M., Zúñiga Castañeda, M., Chaverri Echandi, P., Escudero Leyva, E., y Mardones Hidalgo, M. (2022). Patogenicidad de hongos asociados a plantas de fresa (*Fragaria ananassa*) y descripción ultraestructural del patosistema. *Agronomía Costarricense*, 46 (2), 9-28. <https://dx.doi.org/10.15517/rac.v46i2.52043>
- González, D. M., y Jiménez, J. N. (2013). Colecciones microbianas: Importancia, establecimiento y regulación. *Hechos Microbiológicos*, 4(1), 23-33. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/hm/article/download/20093/16974/>
- González Martínez, K. I. (2020). *Evaluación de estrategias de antagonismo de una cepa silvestre de Trichoderma viride* [Tesis de maestría, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo]. [http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/bitstream/handle/DGB\\_U\\_MICH/2835/FMVZ-M-2020-0463.pdf?sequence=1](http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/bitstream/handle/DGB_U_MICH/2835/FMVZ-M-2020-0463.pdf?sequence=1)
- Goñas, M. G., Rivera, L. G. B., Rascón, J., y Obando, N. Y. V. (2017). Efecto *in vitro* de controladores biológicos sobre *Colletotrichum spp.* y *Botrytis spp.* *Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable*, 1(2), 25-31. <https://www.academia.edu/download/82293126/359-1319-1-SM.pdf>

- Guédez, C., Cañizalez, L., Castillo, C. y Olivar, R. (2012). Evaluación *in vitro* de aislamientos de *Trichoderma harzianum* para el control de *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii* y *Fusarium oxysporum* en plantas de tomate. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*, 32 (1), 44-49. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=199424929012>
- Guerrero Urbano, H. V. (2018) *Determinación de las plagas y enfermedades que atacan al cultivo de Fresa (Fragaria sp.), en la comunidad de Chilcapamba, cantón Cotacachi, provincia de Imbabura* [Tesis de pregrado, Universidad de Babahoyo]. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/4338/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000091.pdf?sequence=1>
- Gutiérrez Pulido, H. y De la Vara Salazar, R. (2012). *Análisis y diseño de experimentos*. Editorial Mc Graw-Hill. [https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w19537w/analisis\\_y\\_diseno\\_experimentos.pdf](https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w19537w/analisis_y_diseno_experimentos.pdf)
- Hernández Medina, C. (2016) *Especies de Fusarium y Penicillium asociadas a frutales en los departamentos del Cauca y Valle de Cauca, Colombia* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/56918>
- Hernández Melchor, D. J., Ferrera Cerrato, R. y Alarcón, A. (2019). Trichoderma: Importancia agrícola, biotecnológica, y sistemas de fermentación para producir biomasa y enzimas de interés industrial. *Revista Chilena de Ciencias Agropecuarias*, 35(1), 98-112. <https://dx..org/10.4067/S0719-38902019005000205>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Pilar Baptista, L. (2014). *Metodología de la Investigación*. [Archivo PDF] <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Hinostroza, A. (13 de septiembre de 2021). *Ayacucho Berries, primera empresa ayacuchana que apuesta por la producción de berries en la ciudad*. <https://cultiva.pe/ayacucho-berries-primera-empresa-ayacuchana-que-apuesta-por-la-produccion-de-berries-en-la-ciudad/>
- Horbach, R., Navarro-Quesada, A. R., Knogge, W., y Deising, H. B. (2011). When and how to kill a plant cell: infection strategies of plant pathogenic fungi. *Journal of plant physiology*, 168(1), 51-62. [https://www.academia.edu/download/43978097/When\\_and\\_how\\_to\\_kill\\_a\\_plant\\_cell\\_Infect20160322-10621-11ckrws.pdf](https://www.academia.edu/download/43978097/When_and_how_to_kill_a_plant_cell_Infect20160322-10621-11ckrws.pdf)
- Huamán Estofanero, E. E. (2021). *Control biológico in vitro por Trichoderma sp., sobre hongos fitopatógenos de la quinua Rhizoctonia sp., Fusarium sp. y Phoma sp* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/16956/Huaman\\_Estofanero\\_Erica\\_Esther.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/16956/Huaman_Estofanero_Erica_Esther.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Instituto Tecnológico Superior de Coalcomán. (2018) *Manual de producción de fresa en Coalcomán Michoacán* [Archivo PDF]. <https://www.itscoalcoman.edu.mx/content/descargas/vinculacion/MANUAL%20P ARA%20CULTIVO%20DE%20FRESA%20EN%20COALCOMAN.pdf>

- Jiménez Castellano, H. E. (2015). Identificación de fitopatógenos asociados a las principales enfermedades del cultivo de sábila en los municipios de Agua de Dios y Ricaurte (Cundinamarca). *Revista Tecnología Y Productividad*, 1(1), 35–50. <https://doi.org/10.23850/24632465.244>
- Kessel Domini, A. (2012). Mejora genética de la fresa (*Fragaria ananassa* Duch.), a través de métodos biotecnológicos. *Cultivos Tropicales*, 33 (3), 34-41. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362012000300005&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362012000300005&script=sci_arttext&tlng=en)
- Koike, S. y Bolda, M. (2019). El Moho Gris, o Pudrición de Fresa. *El Jornalero*, 97(2), 52-58. [https://issuu.com/eljornalero/docs/revista\\_ed97\\_1\\_](https://issuu.com/eljornalero/docs/revista_ed97_1_)
- Kumar, V., Verma, D., Pandey, A. y Srivastava, S. (2019) *Trichoderma Spp.: Identification and Characterization for Pathogenic Control and Its Potential Application*. [Archivo PDF]. DOI: 10.1201/9781351247061-5
- Lee, A. S., De Lencastre, H., Garau, J., Kluytmans, J., Malhotra Kumar, S., Peschel, A., y Harbarth, S. (2018). Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Nature reviews Disease primers*, 4(1), 1-23. <https://www.nature.com/articles/nrdp201833>
- Leiva Mora, M., Panimboza Yanzapanta, J. G., Rivas Figueroa, F., Rivera Casignia, A y Carpio, C. (2019). Agresividad diferencial entre aislados de *Botrytis cinerea* Pers. en *Fragaria vesca* L. cv. Albion. *Revista de Protección Vegetal*, 34(1), [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1010-27522019000100001&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522019000100001&lng=es&tlng=es)
- Leyva Mir, S. G., Vega Portillo, H. E., Villaseñor Mir, H. E., Tlapal Bolaños, B., Vargas Hernández, M., Camacho Tapia, M. y Tovar Pedraza, J. M. (2017). Caracterización de especies de *Fusarium* causantes de pudrición de raíz del trigo en el bajío, México. *Revista Chilena de Ciencia Agropecuaria*, 33(2), 142-151. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/chjaasc/v33n2/0719-3890-chjaasc-00404.pdf>
- Llicahua Cusi, D. V. (2018) *Aislamiento y efecto antagonista «in vitro» de Trichoderma spp. frente a Fusarium sp. del cultivo de cebolla de los distritos de Santa Rita de Siguas y de Tiabaya– Arequipa-2018* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/6775/Blllcudv.pdf?squen ce=1&isAllowed=y>
- López Jarrín, M. C. (2021) *Diagnóstico morfológico de la pudrición de la corona de la fresa (Fragaria x ananassa Duchesne ex Rozier) en el cantón Quito* [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/23969>
- López, M. (2015). Manual técnico de muestreo de productos agrícolas y fuentes de agua para la determinación de contaminantes microbiológicos. <https://xdoc.mx/preview/manual-tecnico-de-muestreo-de-productos-agricolas-y-5ccca051dc26c>
- Mamani Toque, E. (2020) *Influencia de especies de Trichoderma spp. en el control de Botrytis fabae y su mejora en el rendimiento del cultivo de haba (vicia faba l.) en el distrito de Chucuito - Puno* [Tesis de pregrado, Universidad

- Nacional del Altiplano].  
[http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/14431/Mamani\\_Toque\\_Elizabeth.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/14431/Mamani_Toque_Elizabeth.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Maniscalco, D. P., y Dorta, B. (2015). Diversidad del hongo *Trichoderma spp.* en plantaciones de maíz de Venezuela. *Interciencia*, 40(1), 23-31. <https://www.redalyc.org/pdf/339/33933115004.pdf>
- Marín Chacón, M. A., Rivera Coto, G., Villalobos Moya, K., Orozco Rodríguez, R., y Orozco Cayasso, S. (2017). Evaluación de hongos antagonistas de *Botrytis cinerea* Pers., en plantaciones de mora, Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 41(1): 7-18 <https://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v41n1/0377-9424-ac-41-01-00007.pdf>
- Mariscal Amaro, L. A., Rivera Yerena, A., Dávalos González, P. A., y Ávila Martínez, D. (2017). Situación actual de hongos asociados a la secadera de la fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) EN GUANAJUATO, MÉXICO. *Agrociencia*, 51(6), 673-681. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-31952017000600673&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952017000600673&lng=es&tlng=es).
- Martínez, B., Infante, D., y Reyes, Y. (2013). *Trichoderma spp.* y su función en el control de plagas en los cultivos. *Revista de Protección Vegetal*, 28(1), 1-11. <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v28n1/rpv01113.pdf>
- Martínez, H., Osorio, E., Estrada, B., López, J., Varela, S y Torres, J. (2017). *Control biológico de fitopatógenos mediante aislados de Trichoderma spp.* [Archivo PDF]. [https://www.researchgate.net/publication/319250943\\_CONTROL\\_BIOLOGICO\\_DE\\_FITOPATOGENOS\\_MEDIANTE\\_AISLADOS\\_DE\\_Trichoderma\\_spp\\_BIOLOGICAL\\_CONTROL\\_OF PHYTOPATHOGENS\\_THROUGH\\_Trichoderma\\_spp\\_ISOLATES](https://www.researchgate.net/publication/319250943_CONTROL_BIOLOGICO_DE_FITOPATOGENOS_MEDIANTE_AISLADOS_DE_Trichoderma_spp_BIOLOGICAL_CONTROL_OF PHYTOPATHOGENS_THROUGH_Trichoderma_spp_ISOLATES)
- Matute Calle, P. (2019) *Control biológico del moho gris (Botrytis cinérea) en cultivos de fresa (Fragaria vesca L) mediante hongos filamentosos antagonistas* [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18147/1/UPS-CT008620.pdf>
- Mesa Vanegas, A. M., Marin, A., y Calle Osorno, J. (2019). Metabolitos secundarios en *Trichoderma spp.* y sus aplicaciones biotecnológicas agrícolas. *Actualidades Biológicas*, 41(111), 32-44. <https://doi.org/10.17533/udea.acbi.v41n111a02>
- Mena Bahena, A., Ayvar Serna, S., Díaz Nájera, J. F., Nava Sierra, C. (2019). Antibiosis *in vitro* de *Trichoderma spp.*, contra *Rhizopus stolonifer* en fresa. *Foro de estudios sobre Guerrero*, 7(1), 77-82. <https://revistafesgro.cocytieg.gob.mx/index.php/revista/article/view/637/469>
- Meyer, M. C., Mazaro, S. M., y Da Silva, J. C. (2019). *Trichoderma: uso en agricultura* [Archivo PDF]. <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1117296/1/livrotrichodermaonline06.01.20.pdf>

- Michel Aceves, A. C., Hernández Morales, J., Toledo Aguilar, R., Sabino López, J. E., y Romero Rosales, T. (2019). Capacidad antagónica de *Trichoderma spp.* nativa contra *Phytophthora parasitica* y *Fusarium oxysporum* aislados de cultivos de jamaica. *Revista fitotecnia mexicana*, 42(3), 235-241. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-73802019000300235&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802019000300235&lng=es&tlng=es).
- Ministerio de Agricultura. (2019). *Instructivo Técnico para la captación de muestras de suelo/ sustratos/raíces y realización de análisis nematológico* [Archivo PDF]. [http://www.sag.cl/sites/default/files/instructivo\\_captacion-muestras-y-analisis-nematologico-viveros-expo-v03.pdf](http://www.sag.cl/sites/default/files/instructivo_captacion-muestras-y-analisis-nematologico-viveros-expo-v03.pdf)
- Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. (2019). *Guía de gestión integrada de plagas, fresa y fresón* [Archivo PDF]. [https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/guiagipfresayfreson\\_tcm30-507859.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/guiagipfresayfreson_tcm30-507859.pdf)
- Mora Carrillo, R. Y. (2019). Estudio en campo de agentes antagónicos utilizados como biocontroladores de *Moniliophthora roreri* para cultivos de *Theobroma cacao* en la finca la esmeralda, corregimiento de astilleros del Departamento Norte de Santander. <https://repositorio.ufps.edu.co/bitstream/handle/ufps/3038/1610978.pdf?sequence=1>
- Morales, E. M et al. (2020). Evaluación de la capacidad antagónica *in vitro* de cepas de *Trichoderma spp* frente a *Phytophthora cinnamomi*, fitopatógeno de *Persea americana* (Palta). *Revista de Ciencia e Investigación*, 23(1), 65-70. <http://dx.doi.org/10.15381/ci.v23i1.18754>
- Mukherjee, P. K., Horwitz, B. A., Singh, U. S., Mala Mukherjee, M. M., y Schmoll, M. (2013). *Trichoderma: Biology and applications*. [https://books.google.com.pe/books?id=SBb4AgAAQBAJ&newbks=0&printsec=frontcover&pg=PA245&dq=trichoderma+biology+y+aplications&hl=qu&source=newbks\\_fb&redir\\_esc=y#v=onepage&q=trichoderma%20biology%20y%20aplications&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=SBb4AgAAQBAJ&newbks=0&printsec=frontcover&pg=PA245&dq=trichoderma+biology+y+aplications&hl=qu&source=newbks_fb&redir_esc=y#v=onepage&q=trichoderma%20biology%20y%20aplications&f=false)
- Ocampo Mendoza, J., Zarate Rivas, F., Olvera Salinas, C., O., Salzar Magallón, J. y Pérez Armendáriz, B. (2017). Inductores de resistencia a *Botrytis cinerea* en frutos de fresa poscosecha. *Revista Bio Ciencias*, 4(5), 12-pág. <https://revistabiociencias.uan.edu.mx/index.php/BIOCIENCIAS/article/download/ID:04.05.05/314>
- Olivera, J. (2012). *Cultivo de Fresa (Fragaria x ananassa Duch.)* [Archivo PDF]. <https://hdl.handle.net/20.500.12955/752>
- Ortiz Martínez, J., Hernández Ramírez, G., Cruz Tobón, M., Figueroa Rodríguez, K. A., Figueroa Sandoval, B., y Hernández Rosas, F. (2013). Inhibición *in vitro* de aislamientos nativos de *Trichoderma* en presencia de la cepa comercial T22. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 15(1), 126-136. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-34752013000100013&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-34752013000100013&script=sci_arttext)
- Pérez, D. (2016). *Identificación del agente patógeno del marchitamiento de Caesalpinia spinosa "tara" y el efecto antagónico de Bacillus sp. y Trichoderma sp. Huamanguilla- Ayacucho 2012* [Tesis de pregrado,

- Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. [http://209.45.73.22/bitstream/UNSCH/2338/1/TESIS%20B776\\_Per.pdf](http://209.45.73.22/bitstream/UNSCH/2338/1/TESIS%20B776_Per.pdf)
- Pérez, A., Hermosa, R. y Monte, E. (2017). Actividades de biocontrol de *Trichoderma* frente a ascomicetos fitopatógenos. *FarmaJournal*, 2(1), 85-93. <https://revistas.usal.es/cinco/index.php/2445-1355/article/view/15245>
- Pincay, A., Noboa, M., Viera, G., Herrera, K., León, A. y Jackson, T. (2020). Evaluación *in vitro* del potencial antagonista de *Trichoderma* sp. y hongos endófitos de mora (*Rubus glaucus* Benth) para el control de *Botrytis cinerea*. *Journal of Science and Research*, 6(1), 109-124. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4917695>
- Ramírez, A. R., Alejo, J. C., Sánchez, E. R., & Suárez, J. M. T. (2012). Inhibición del crecimiento *in vitro* de *Fusarium* sp. aislado de chile habanero (*Capsicum chinensis*) con hongos antagonistas. *Fitosanidad*, 16(3), 161-165. <https://www.redalyc.org/pdf/2091/209126907006.pdf>
- Rentería Martínez, M. E., Guerra Camacho, M. Á., Ochoa Meza, A., Moreno Salazar, S. F., Meza Moller, A. D. C. y Guzmán Ortiz, J. M. (2019). Descripción y comparación entre morfotipos de *Fusarium brachygibbosum*, *F. falciforme* y *F. oxysporum* patógenos en sandía cultivada en Sonora, México. *Revista mexicana de fitopatología*, 37(1), 16-34. <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.1808-1>
- Rivas Zúñiga, C. S., Giraldo Aristizábal, C. I. (2021). *Manual práctico de microbiología básica*. Editorial Universidad del Cauca. [https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=ZkxhEAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=Manual+pr%C3%A1ctico+de+microbiolog%C3%ADa+b%C3%A1sica.+Editorial+Universidad+del+Cauca&ots=GijEOH6dHh&sig=-FUWaQ4EqX3Ax1MK46K\\_Ve3qmV0#v=onepage&q=Manual%20pr%C3%A1ctico%20de%20microbiolog%C3%ADa%20b%C3%A1sica.%20Editorial%20Universidad%20del%20Cauca&f=false](https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=ZkxhEAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=Manual+pr%C3%A1ctico+de+microbiolog%C3%ADa+b%C3%A1sica.+Editorial+Universidad+del+Cauca&ots=GijEOH6dHh&sig=-FUWaQ4EqX3Ax1MK46K_Ve3qmV0#v=onepage&q=Manual%20pr%C3%A1ctico%20de%20microbiolog%C3%ADa%20b%C3%A1sica.%20Editorial%20Universidad%20del%20Cauca&f=false)
- Rodríguez Dávila, F. (2020) *Desarrollo de un sistema de visión artificial remoto para la detección de antracnosis o mancha foliar en los cultivos de fresa* [Tesis de pregrado, Universidad de Pamplona]. [http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/5306/1/Rodr%C3%ADguez\\_2020\\_TG.pdf](http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/5306/1/Rodr%C3%ADguez_2020_TG.pdf)
- Romero, B. y Granados, E. (27 de abril de 2018). *Botrytis, biología del patógeno: la base de un control químico eficiente*. Ornamentales Syngenta. <https://www.syngentaornamentales.co/news/articulo/botrytis-biologia-del-patogeno-la-base-de-un-control-quimico-eficiente>
- Romero Rosales, T. (2014) *Cepas nativas de Trichoderma spp., aisladas de suelo cultivado con Jamaica, su antibiosis y micoparasitismo sobre Phytophthora parasítica y Fusarium oxysporum* [Tesis de doctorado, Colegio de Postgraduados de México]. [http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/2397/Romero\\_Rosales\\_T\\_DC\\_Fitopatologia\\_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/2397/Romero_Rosales_T_DC_Fitopatologia_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Salazar González, C., Lagos Mora, L. E., Díaz Rodríguez, V., Mora Chaves, S. y Betancourth Garcia, C. (2020). Caracterización de *Fusarium* spp. asociado con la pudrición basal de la cebolla de rama. *Revista UDCA Actualidad y*

- Sánchez, C. (08 de febrero de 2019). *Normas APA – 7ma (séptima) edición. Normas APA (7ma edición)*. <https://normas-apa.org/>
- Sánchez García, B. M., Espinosa Huerta, E., Villordo Pineda, E., Rodríguez Guerra, R. y Mora Avilés, M. A. (2017). Identificación molecular y evaluación antagónica *in vitro* de cepas nativas de *Trichoderma spp.* sobre hongos fitopatógenos de raíz en frijol (*Phaseolus vulgaris* cv. Montcalm). *Agrociencia*, 51(1), 63-79. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1405-31952017000100063&lng=es](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1405-31952017000100063&lng=es)
- Senasa. (21 de marzo de 2017). *Ayacucho: Senasa desarrolla vigilancia fitosanitaria en cultivo de Kiwicha*. <https://www.senasa.gob.pe/senasacontigo/ayacucho-senasa-desarrolla-vigilancia-fitosanitaria-en-cultivo-de-kiwicha/>
- Senasica (s.f). *Manual técnico de muestreo de productos agrícolas y fuentes de agua para la detección de organismos patógenos*. [Archivo PDF]. <http://www.cesavep.org/descargas/PIA/MANUAL03.pdf>
- Sierra Exportadora, 2016. (1 de Mayo de 2017). *Fresa*. <https://studylib.es/doc/7007036/diapositiva-1---sierra-exportadora>
- Sucaticona Vilca, F. (2018) *Actividad antagónica in vitro de los hongos Trichoderma spp y Lecanicillium spp. frente al hongo de la roya amarilla del café (Hemileia vastatrix) en condiciones de laboratorio* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. [http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/10442/Sucaticona\\_Vilca\\_Fanny.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/10442/Sucaticona_Vilca_Fanny.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Tauma Salvador, E. (2023) *Caracterización morfológica y genética de aislamientos de botrytis cinerea en arándanos* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/5888>
- Tomalo Guanoluisa, M. A. (2015) *Caracterización morfológica de hongos fitopatógenos en el cultivo de fresa (Fragaria vesca) en el sector de Salache Barbapampa, Cantón Salcedo, Cotopaxi 2015* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2509/1/T-UTC-00044.pdf>
- Vásquez Gutiérrez, R., Palma Cruz, F. J. P., Martínez Martínez, L., y López Sánchez, C. Efecto antagonista de Hyphomycetes endófitos de *Taxus globosa* SCHLTDL. contra *Fusarium spp.* y *Alternaria spp.* patógenos de *Capsicum annuum*. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*, 3(1): 26-37, 2016 [https://rmae.voaxaca.tecnm.mx/wp-content/uploads/2020/11/3-RMAE\\_2015-16-Taxus-Galeras.pdf](https://rmae.voaxaca.tecnm.mx/wp-content/uploads/2020/11/3-RMAE_2015-16-Taxus-Galeras.pdf)
- Villa Martínez, A., Pérez Leal, R., Morales Morales, H. A., Basurto Sotelo, M., Soto Parra, J. M. y Martínez Escudero, E. (2015). Situación actual en el control de *Fusarium spp.* y evaluación de la actividad antifúngica de extractos vegetales. *Acta Agronómica*, 64(2), 194-205. <https://doi.org/10.15446/acag.v64n2.43358>

- Vinchira, D y Moreno, N. (2019). Control biológico: Camino a la agricultura moderna. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 21(1), 2- 5. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v21n1.80860>
- Zamora, R. y Salazar, I. (2019). *Importancia de la producción de fresa en el sector agrícola en Zamora, Michoacán* [Archivo PDF]. [https://realidadeconomica.umich.mx/index\\_files/importancia\\_de\\_la\\_produccion\\_de\\_fresas](https://realidadeconomica.umich.mx/index_files/importancia_de_la_produccion_de_fresas)



## **ANEXOS**

**Anexo 1.** Escala de evaluación del grado de antagonismo en base a Bell para los ensayos duales.

<b>Grado de antagonismo</b>	<b>Descripción</b>
1	El antagonista ocupa completamente la superficie del medio de cultivo cubriendo totalmente al patógeno.
2	El antagonista llega a sobrepasar las dos terceras partes de la superficie del medio de cultivo.
3	El antagonista y el patógeno colonizan cada uno aproximadamente la mitad de la superficie del medio y ninguno parece dominar al otro.
4	El patógeno sobrepasa el crecimiento del antagonista colonizando tres cuartas partes de la caja Petri.
5	El agente fitopatógeno llega a cubrir totalmente la caja Petri.

*Nota.* Esta tabla representa el grado de antagonismo propuesto por Bell et al. (1982, citado por Sánchez et al. 2017)

**Anexo 2.** Crecimiento radial *in vitro* de hongos fitopatógenos en el enfrentamiento dual.

Enfrentamiento dual	Radio del patógeno testigo (R1, mm)		Radio del patógeno en cultivo dual (R2, mm)		t	Gl	p
	Prom.	SD	Prom.	SD			
	<i>Trichoderma sp</i> (T-1) vs <i>Botrytis sp</i> (B-1)	49,00	4,00	21,33			
<i>Trichoderma sp</i> (T-2) vs <i>Botrytis sp</i> (B-1)	50,00	2,00	25,33	1,53	16,98	3	0,000
<i>Trichoderma sp</i> (T-3) vs <i>Botrytis sp</i> (B-1)	49,00	3,61	31,67	0,58	8,22	2	0,014
<i>Trichoderma sp</i> (T-4) vs <i>Botrytis sp</i> (B-1)	49,67	2,31	25,67	1,53	15,01	3	0,001
<i>Trichoderma sp</i> (T-1) vs <i>Botrytis sp</i> (B-2)	48,33	4,16	24,67	1,53	9,24	2	0,012
<i>Trichoderma sp</i> (T-2) vs <i>Botrytis sp</i> (B-2)	47,00	2,65	26,00	1,00	12,86	2	0,006
<i>Trichoderma sp</i> (T-3) vs <i>Botrytis sp</i> (B-2)	47,67	3,06	28,33	2,08	9,06	3	0,003
<i>Trichoderma sp</i> (T-4) vs <i>Botrytis sp</i> (B-2)	47,67	1,53	26,33	1,53	17,10	4	0,000
<i>Trichoderma sp</i> (T-1) vs <i>Fusarium sp</i> (F-1)	35,67	2,52	15,33	2,52	9,90	4	0,001
<i>Trichoderma sp</i> (T-2) vs <i>Fusarium sp</i> (F-1)	37,67	2,52	13,33	1,53	14,32	3	0,001
<i>Trichoderma sp</i> (T-3) vs <i>Fusarium sp</i> (F-1)	37,67	2,08	16,67	1,53	14,09	3	0,001
<i>Trichoderma sp</i> (T-4) vs <i>Fusarium sp</i> (F-1)	36,33	1,15	13,67	1,15	24,04	4	0,000

**Anexo 3.** Valores de Análisis de varianza (ANVA) de los cuatro tratamientos frente a *Botrytis sp* (B-1)

<b>Análisis de Varianza</b>					
<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
Factor	3	691,9	230,64	9,82	0,005
Error	8	187,9	23,48		
Total	11	879,8			

**Anexo 4.** Valores de Análisis de varianza (ANVA) de los cuatro tratamientos frente a *Botrytis sp* (B-2)

<b>Análisis de Varianza</b>					
<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
Factor	3	102,07	34,023	3,66	0,063
Error	8	74,43	9,303		
Total	11	176,5			

**Anexo 5.** Valores de Análisis de varianza (ANVA) de los cuatro tratamientos frente a *Fusarium sp* (F-1)

<b>Análisis de Varianza</b>					
<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
Factor	3	162,5	54,18	1,2	0,37
Error	8	361	45,12		
Total	11	523,50			

**Anexo 6.** Prueba de comparación de Tukey de los cuatro tratamientos de enfrentamientos *in vitro* frente a *Botrytis sp* (B-1)

<b>Factor</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupación</b>
T-1	3	56,15	A
T-2	3	49,33	A
T-4	3	48,17	A
T-3	3	35,16	B

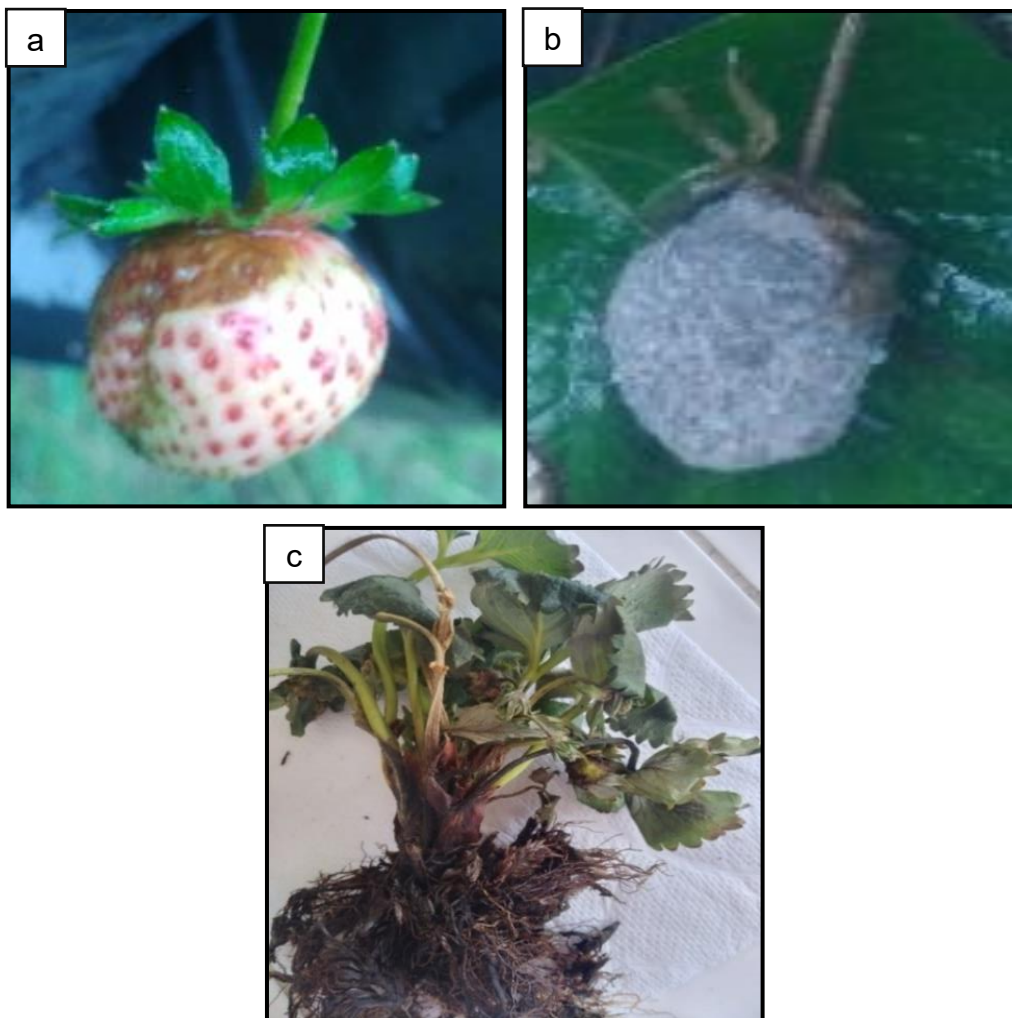
**Anexo 7.** Prueba de comparación de Tukey de los cuatro tratamientos de enfrentamientos *in vitro* frente a *Botrytis sp* (B-2)

<b>Factor</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupación</b>
T-1	3	48,81	A
T-4	3	44,77	A B
T-2	3	44,58	A B
T-3	3	40,57	B

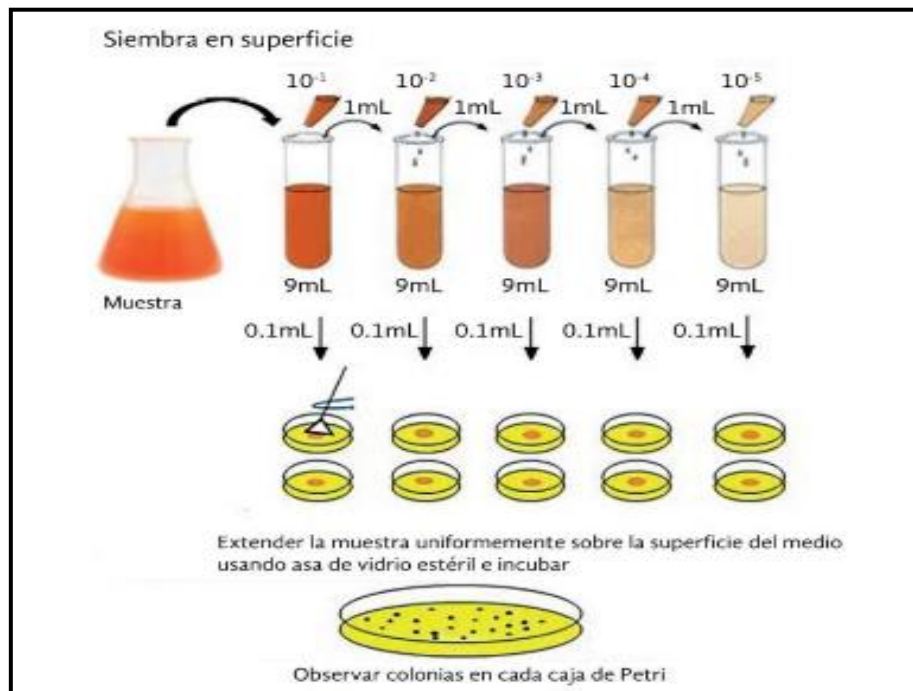
**Anexo 8.** Prueba de comparación de Tukey para los cuatro tratamientos de enfrentamientos *in vitro* frente a *Fusarium sp* (F-1)

<b>Factor</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupación</b>
T-2	3	64,35	A
T-4	3	62,29	A
T-1	3	56,62	A
T-3	3	55,65	A

**Anexo 9.** Muestras de plantas de fresas con signos y síntomas de enfermedad por fitopatógenos. a) Fruto de fresa con síntomas de pudrición por *Botrytis*. b) Fruto de fresa con signos de enfermedad de pudrición por *Botrytis*. c) Tallos de fresa con signos de enfermedad de marchitez por *Fusarium*.



**Anexo 10.** Técnica de diluciones sucesivas para aislamiento de hongos a partir de muestras de suelo.



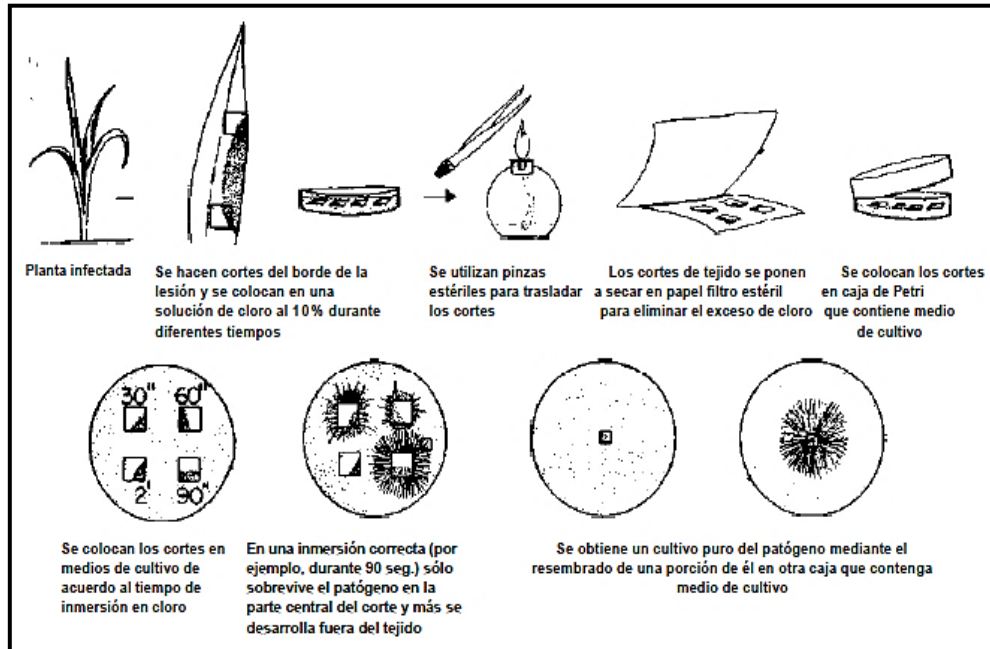
*Nota.* Este gráfico muestra la técnica de diluciones sucesivas modificada por Rivas y Giraldo (2021)

**Anexo 11.** Frutos de fresa puestos en Cámara húmeda para aislamiento del fitopatógeno *Botrytis*. a) Frutos de fresa con síntomas de enfermedad. b) Frutos de fresa con signos de enfermedad.





**Anexo 12.** Técnica de aislamiento de hongos fitopatógenos a partir de tejidos vegetales infectados por fitopatógenos.



*Nota.* Aislamiento de hongos fitopatógenos planteado por Agrios (2005, citado por Mora, 2019)

**Anexo 13.** Cepario de *Trichoderma* spp. y fitopatógenos en Agar Papa Dextrosa

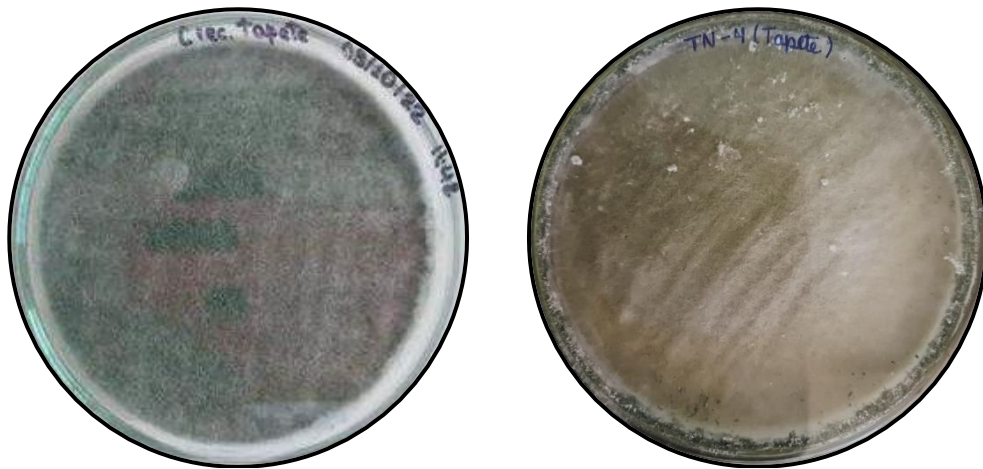


**Anexo 14.** Placas de Petri con crecimiento en tapete de hongos antagonistas y hongos fitopatógenos en la escala de 0.5 de Mc Farland.

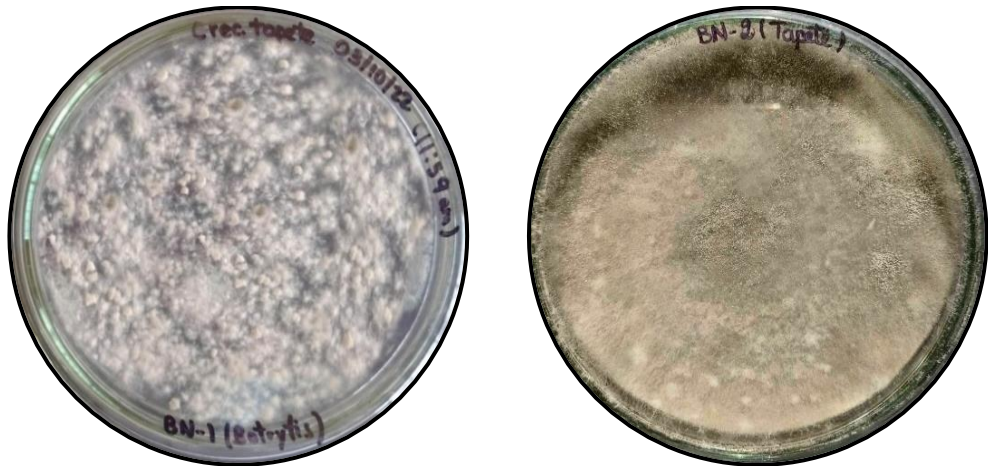
- a) Placas de Petri con crecimiento en tapete de cepas nativas de *Trichoderma* sp (T-1 y T-2)



- b) Placas de Petri con crecimiento en tapete de cepas nativas de *Trichoderma* sp (T-3 y T-4)



- c) Placas de Petri con crecimiento en tapete de los fitopatógenos *Botrytis sp* (B-1 y B-2)



- d) Placas de Petri con crecimiento en tapete del fitopatógeno *Fusarium sp* (F-1)



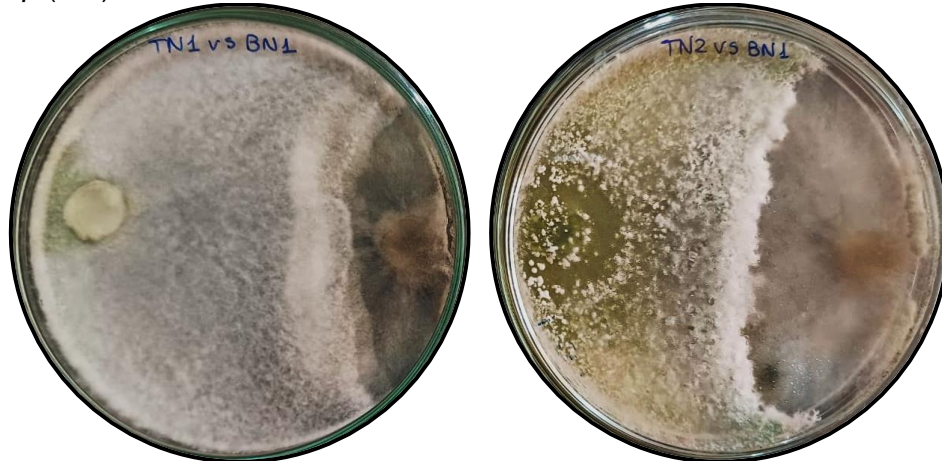
**Anexo 15.** Tesista trabajando en laboratorio, colocando discos de agar de los hongos antagonistas y fitopatógenos en placas de Petri.



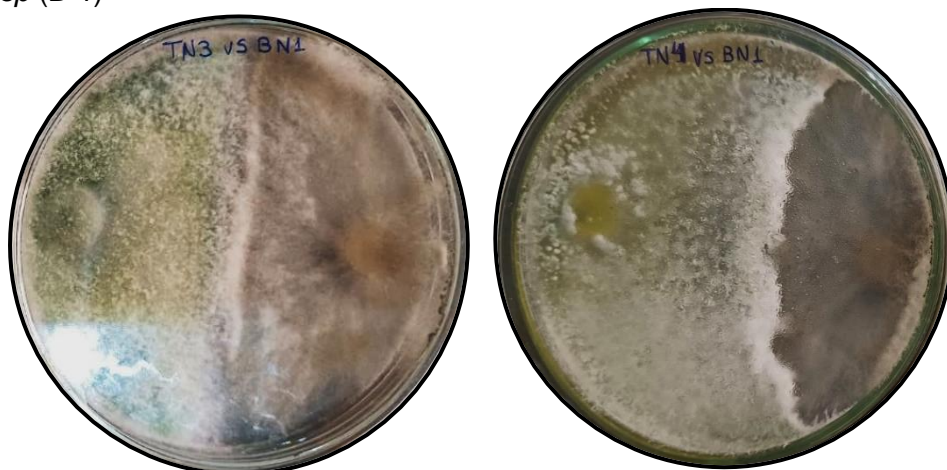


**Anexo 16.** Placas de Petri con crecimiento micelial de hongos antagonistas frente a hongos fitopatógenos.

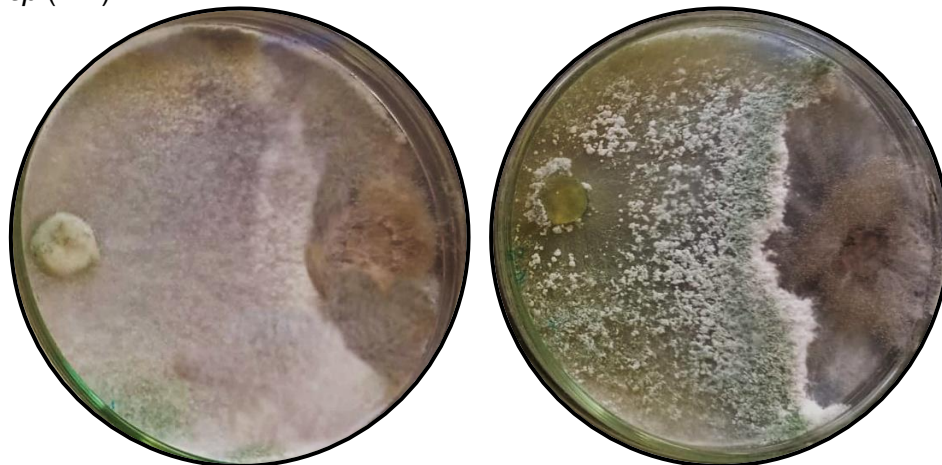
- a) Crecimiento micelial de cepas de *Trichoderma sp* (T-1 y T-2) frente a *Botrytis sp* (B-1)



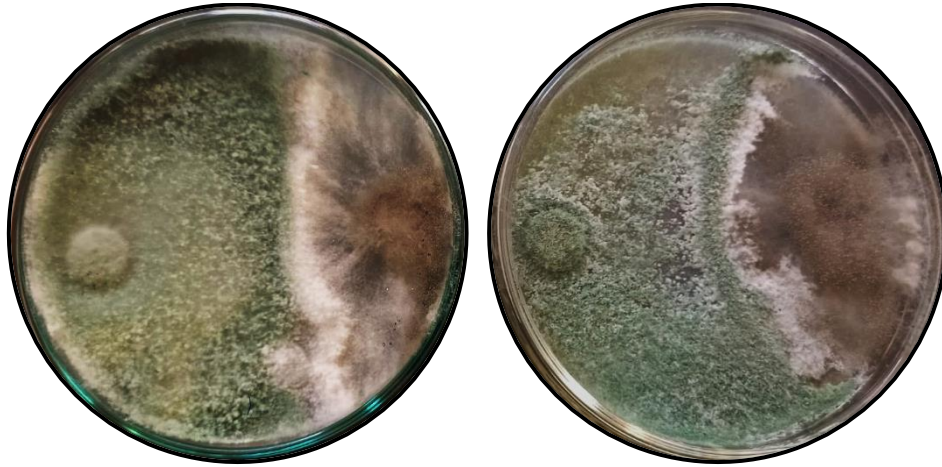
- b) Crecimiento micelial de cepas de *Trichoderma sp* (T-3 y T-4) frente a *Botrytis sp* (B-1)



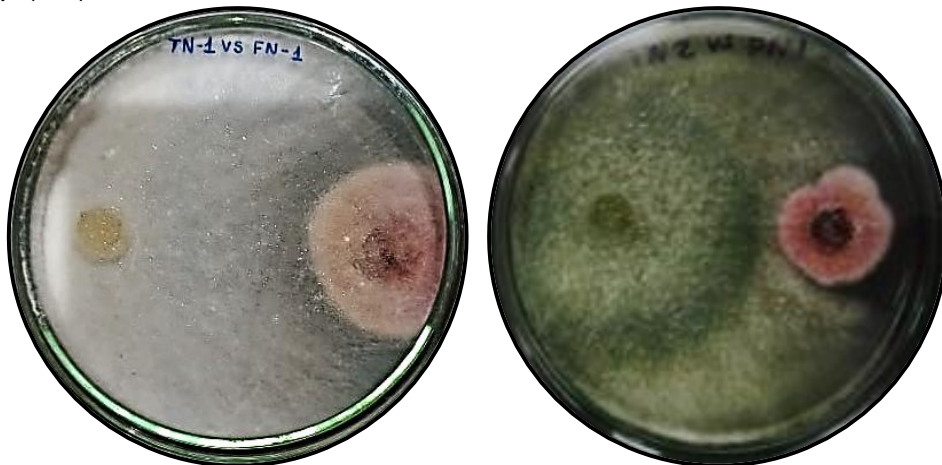
- c) Crecimiento micelial de cepas de *Trichoderma sp* (T-1 y T-2) frente a *Botrytis sp* (B-2)



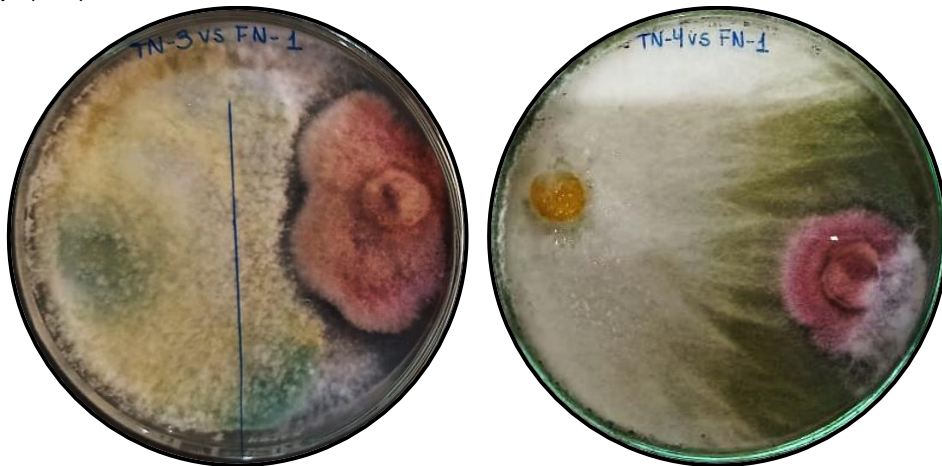
- d) Crecimiento micelial de cepas de *Trichoderma sp* (T-3 y T-4) frente a *Botrytis sp* (B-2)



- e) Crecimiento micelial de cepas de *Trichoderma sp* (T-1 y T-2) frente a *Fusarium sp* (F-1)



- f) Crecimiento micelial de cepas de *Trichoderma sp* (T-3 y T-4) frente a *Fusarium sp* (F-1)



## Anexo 17. Matriz de consistencia

Título: Antagonismo *in vitro* de *Trichoderma* spp. frente a *Botrytis* sp. y *Fusarium* sp., aislados de *Fragaria ananassa* “fresa”. Ayacucho-2022

PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
¿Existirá antagonismo <i>in vitro</i> de <i>Trichoderma</i> spp. frente a <i>Botrytis</i> sp. y <i>Fusarium</i> sp. aislados de <i>Fragaria ananassa</i> “fresa”. Ayacucho-2022?	<p><b>Objetivo general</b> Evaluar el antagonismo <i>in vitro</i> de <i>Trichoderma</i> spp. frente a <i>Botrytis</i> sp. y <i>Fusarium</i> sp. aislados de <i>Fragaria ananassa</i> “fresa”. Ayacucho-2022.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aislar e identificar morfológicamente cepas de <i>Trichoderma</i> spp. de suelos con cultivos de fresas.</li> <li>2. Aislar e identificar morfológicamente a <i>Botrytis</i> sp. y <i>Fusarium</i> sp. de muestras de fresa con signos y síntomas de enfermedad.</li> <li>3. Determinar el porcentaje de inhibición de crecimiento radial de <i>Trichoderma</i> spp. frente a <i>Botrytis</i> sp. y <i>Fusarium</i> sp.</li> </ol>	<p>Antecedentes Marco conceptual</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Antagonismo</li> <li>• Cepas nativas</li> <li>• Biofunguicida</li> <li>• Fitopatógeno</li> <li>• Cinco de oros</li> <li>• Signo</li> <li>• Síntoma</li> </ul> <p>Bases teóricas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descripción y taxonomía de la <i>Fragaria ananassa</i> “fresa”</li> <li>• Importancia del cultivo de <i>Fragaria ananassa</i> “fresa”</li> <li>• Enfermedades causadas por hongos, bacterias y virus</li> <li>• Biología y taxonomía de <i>Trichoderma</i></li> <li>• Importancia económica</li> <li>• Características del género <i>Trichoderma</i></li> <li>• Condiciones de crecimiento de <i>Trichoderma</i></li> <li>• Mecanismos de acción de <i>Trichoderma</i></li> <li>• Biología y taxonomía de <i>Botrytis</i></li> <li>• Importancia económica</li> <li>• Ciclo de infección de <i>Botrytis</i></li> <li>• Signos y síntomas de la enfermedad</li> <li>• Factor de patogenicidad</li> <li>• Características del género <i>Botrytis</i></li> <li>• Principales especies patógenas del género <i>Botrytis</i></li> <li>• Biología y taxonomía de <i>Fusarium</i></li> <li>• Importancia económica</li> <li>• Ciclo de vida de <i>Fusarium</i></li> <li>• Signos y síntomas de la enfermedad</li> <li>• Factor de patogenicidad</li> <li>• Metabolitos tóxicos de <i>Fusarium</i></li> <li>• Características de <i>Fusarium</i></li> <li>• Principales especies patógenas del género <i>Fusarium</i></li> </ul>	<p><b>Ho:</b> No existirá antagonismo <i>in vitro</i> de <i>Trichoderma</i> spp frente fitopatógenos <i>Botrytis</i> sp. y <i>Fusarium</i> sp. presentes en <i>Fragaria ananassa</i> “fresa”. Ayacucho-2022.</p> <p><b>Hi:</b> Existirá antagonismo <i>in vitro</i> de <i>Trichoderma</i> spp frente a <i>Botrytis</i> sp. y <i>Fusarium</i> sp. presentes en <i>Fragaria ananassa</i> “fresa”. Ayacucho-2022.</p>	<p><b>Variable principal</b> Antagonismo de <i>Trichoderma</i> spp.</p> <p><b>Variable secundaria</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Botrytis</i> sp Porcentaje de Inhibición de crecimiento radial (PICR).</li> <li>• <i>Fusarium</i> sp Porcentaje de Inhibición de crecimiento radial (PICR).</li> </ul>	<p><b>Tipo y nivel de investigación</b> Básica-Experimental</p> <p><b>Diseño de investigación</b> Se realizará un diseño experimental completamente al azar con 3 repeticiones, teniendo 1 testigo por cada hongo fitopatógeno y hongo antagonista por cada uno de los tratamientos.</p> <p><b>Análisis estadístico</b> Los datos obtenidos se procesaron en el programa Microsoft Excel para la obtención de estadísticos descriptivos. Para analizar el efecto antagónico de cada <i>Trichoderma</i> se empleó la prueba t de Student, con un nivel de significación de 0.05 y para determinar el mejor efecto antagónico entre especies de <i>Trichoderma</i> se empleó el análisis de varianza de PICR con nivel de significancia de 0.05; por último, se hizo comparaciones múltiples de promedios con la prueba de Tukey (<math>\alpha=0.05</math>). Para el análisis estadístico se usó el programa R versión 4.2.2 (R Core Team, 2020)</p>



**UNSCH**FACULTAD DE  
CIENCIAS BIOLÓGICAS

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**  
**Bach. Nataly Judith GRADOS MOREYRA**  
**RESOLUCIÓN DECANAL N° 228-2023-UNSCH-FCB-D**

En la ciudad de Ayacucho, siendo las seis de la tarde del dieciséis de noviembre del año dos mil veintitrés; se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, presidido por el Dr. Saturnino Martín TENORIO BAUTISTA; Dr. Serapio ROMERO GAVILÁN (Miembro - Jurado); Dr. Víctor Luis CÁRDENAS LÓPEZ (Miembro - Jurado); Mg. Rilder Nemesio GASTELÚ QUISPE (Miembro - Jurado); Mg. Ruth Elsa HUAMÁN DE LA CRUZ (Miembro - Asesor); actuando como secretario docente el Mg. Jime Jack RIVERA VILLAR; para presenciar la sustentación de tesis titulada: "**Antagonismo *in vitro* de *Trichoderma spp.* frente a *Botrytis sp.* y *Fusarium sp.*, aislados de *Fragaria ananassa* "fresa". Ayacucho - 2022"; presentado por la Bach. Nataly Judith GRADOS MOREYRA; el Presidente luego de verificar la documentación presentada, indicó al secretario docente dar lectura a la documentación generada que refrenda el presente acto académico, luego de ello dispuso el inicio al acto de sustentación, indicando a la sustentante que dispone de cuarenta y cinco minutos para exponer su trabajo de investigación tal como establece el Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Biología. Culminada la exposición, el Presidente invitó a cada uno de los Miembros del Jurado, a participar con sus observaciones, sugerencias y preguntas a la sustentante. Culminada esta etapa, el presidente invitó a la sustentante y al público asistente a abandonar momentáneamente el Auditorio para que los miembros del jurado evaluador puedan realizar las deliberaciones y calificaciones; cuyos resultados son los que se consignan a continuación:**

Miembros del Jurado Evaluador	Exposición	Respuesta a preguntas	Promedio
Dr. Serapio ROMERO GAVILÁN	18	14	16
Dr. Víctor Luis CÁRDENAS LÓPEZ	18	15	17
Mg. Rilder Nemesio GASTELÚ QUISPE	17	15	16
		<b>PROMEDIO</b>	<b>16</b>

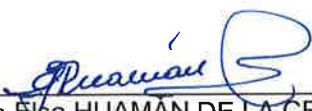
La sustentante alcanzó el promedio de 16 aprobatorio. Acto seguido, el presidente autorizó el ingreso de la sustentante y el público al Auditorio dando a conocer los resultados e indicando que de este modo se da por finalizado el presente acto académico, siendo las ocho de la noche; firmando al pie del presente en señal de conformidad.

  
Dr. Saturnino Martín TENORIO BAUTISTA  
Presidente

  
Dr. Serapio ROMERO GAVILÁN  
Miembro – Jurado

  
Dr. Víctor Luis CÁRDENAS LÓPEZ  
Miembro – Jurado

  
Mg. Rilder Nemesio GASTELÚ QUISPE  
Miembro – Jurado

  
Mg. Ruth Elsa HUAMÁN DE LA CRUZ  
Miembro – Asesor

  
Mg. Jime Jack RIVERA VILLAR  
Secretario – Docente



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

DECANATURA - ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

Nº 13-2024-FCB-D

Yo, VÍCTOR LUIS CÁRDENAS LÓPEZ, Director de la Escuela Profesional de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional De San Cristóbal De Huamanga; autoridad encargada de verificar la tesis titulada: **Antagonismo in vitro de Trichoderma spp. frente a Botrytis sp. y Fusarium sp., aislados de Fragaria ananassa "fresa". Ayacucho - 2022 por NATALY JUDITH GRADOS MOREYRA**; he constatado por medio del uso de la herramienta TURNITIN, procesado CON DEPÓSITO, una similitud de 27%, grado de coincidencia, menor a lo que determina la ausencia de plagio definido por el Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la UNSCH, aprobado con Resolución del Consejo Universitario Nº 039-2021-UNSCH-C.

En tal sentido, la tesis cumple con las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Se acompaña el INFORME FINAL DE TURNITIN correspondiente.

Ayacucho, 19 de enero de 2024.

  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA  
  
-----  
Dr. Víctor Luis Cárdenas López  
DIRECTOR

Antagonismo in vitro de  
Trichoderma spp. frente a  
Botrytis sp. y Fusarium sp.,  
aislados de Fragaria ananassa  
“fresa”. Ayacucho - 2022

*por* NATALY JUDITH GRADOS MOREYRA

---

**Fecha de entrega:** 18-ene-2024 04:12p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2273464934

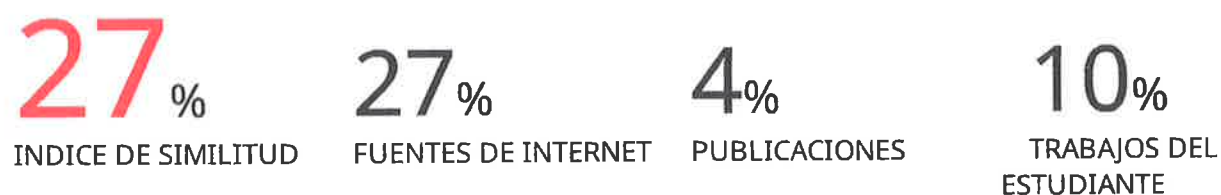
**Nombre del archivo:** OREYRA-\_Nataly-\_Judith-\_pregrado\_Tesis\_-2024\_TURNITIN\_word.docx (433.01K)

**Total de palabras:** 12859

**Total de caracteres:** 70095

# Antagonismo in vitro de Trichoderma spp. frente a Botrytis sp. y Fusarium sp., aislados de Fragaria ananassa "fresa". Ayacucho - 2022

## INFORME DE ORIGINALIDAD



## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://repositorio.unsch.edu.pe">repositorio.unsch.edu.pe</a> Fuente de Internet	4%
2	<a href="https://revistas.untrm.edu.pe">revistas.untrm.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="http://www.gob.mx">www.gob.mx</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="http://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	1%
6	<a href="https://revistas.utb.edu.ec">revistas.utb.edu.ec</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://ri.uaemex.mx">ri.uaemex.mx</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="https://repositorio.inia.gob.pe">repositorio.inia.gob.pe</a> Fuente de Internet	1%

9	<a href="http://tesis.unap.edu.pe">tesis.unap.edu.pe</a> Fuente de Internet	1 %
10	<a href="http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe">revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	1 %
11	<a href="http://repositorio.unap.edu.pe">repositorio.unap.edu.pe</a> Fuente de Internet	1 %
12	<a href="http://www.somecta.org.mx">www.somecta.org.mx</a> Fuente de Internet	1 %
13	<a href="http://www.researchgate.net">www.researchgate.net</a> Fuente de Internet	1 %
14	<a href="http://dspace.esPOCH.edu.ec">dspace.esPOCH.edu.ec</a> Fuente de Internet	1 %
15	<a href="http://dspace.unitru.edu.pe">dspace.unitru.edu.pe</a> Fuente de Internet	1 %
16	<a href="http://dspace.ups.edu.ec">dspace.ups.edu.ec</a> Fuente de Internet	1 %
17	<a href="http://www.scielo.org.mx">www.scielo.org.mx</a> Fuente de Internet	1 %
18	<a href="http://repositorio.espe.edu.ec:8080">repositorio.espe.edu.ec:8080</a> Fuente de Internet	1 %
19	<a href="http://repository.unad.edu.co">repository.unad.edu.co</a> Fuente de Internet	1 %
20	<a href="http://repositorio.unh.edu.pe">repositorio.unh.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %

21	<a href="http://repositorio.upao.edu.pe">repositorio.upao.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
22	Submitted to Universidad Politecnica Salesiana del Ecuador Trabajo del estudiante	<1 %
23	<a href="http://cienciasagricolas.inifap.gob.mx">cienciasagricolas.inifap.gob.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
24	<a href="http://repositorio.utn.edu.ec">repositorio.utn.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
25	<a href="http://dspace.otalca.cl">dspace.otalca.cl</a> Fuente de Internet	<1 %
26	<a href="http://repositorio.chapingo.edu.mx">repositorio.chapingo.edu.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
27	Submitted to BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA BIBLIOTECA Trabajo del estudiante	<1 %
28	<a href="http://www.scribd.com">www.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1 %
29	Submitted to University of the Andes Trabajo del estudiante	<1 %
30	<a href="http://www.scielo.sa.cr">www.scielo.sa.cr</a> Fuente de Internet	<1 %
31	<a href="http://idoc.pub">idoc.pub</a> Fuente de Internet	<1 %

32

repositorio.una.edu.ni

Fuente de Internet

<1 %

---

33

repository.uamerica.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

---

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo