



Universidad César Vallejo

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Revisión Sistemática: Evaluación del Hongo Trichoderma y su
Capacidad Antagonista frente al Hongo Fitopatógeno Rhizoctonia
solani y Colletotrichum gloeosporioides.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Ambiental**

AUTORA:

Uria Miranda, Mayra Dane (orcid.org/0000-0003-2372-088x)

ASESOR:

Mg. Ugarte Alván, Carlos Alfredo (orcid.org/0000-0001-6017-1192)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión de Riesgos y Adaptación al Cambio Climático

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y Adaptación al Cambio climático

TRUJILLO – PERÚ

2022

Dedicatoria

A Dios; por brindarme el tiempo, la salud y las fuerzas para lograr esta meta propuesta. A mi abuela por ser ese pilar en mi vida de perseverancia y a mí amado esposo e hijo por ser ese soporte en mi vida, y una mención honrosa a quien en vida fue como mi segunda madre Ana María.

Agradecimiento

A Dios por permitir estar aquí hoy, a mi familia por su amor y apoyo incondicional, los docentes participes durante mi etapa como estudiante por su paciencia y cooperación, y a las demás personas que me brindaron su soporte cuando más lo necesité.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	27
3.1 Tipo y diseño de investigación	27
3.2 Categorías, Subcategorías y matriz de categorización	28
3.3 Escenario de Estudio	29
3.4 Participantes.....	29
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	29
3.6 Procedimiento	30
3.7 Rigor científico	32
3.8 Método de análisis de datos	32
3.9 Aspectos éticos.....	33
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34
V. CONCLUSIONES.....	47
VI. RECOMENDACIONES.....	48
REFERENCIAS	49
ANEXOS.....	56

Índice de tablas

Tabla N° 1 Antecedentes de Investigación.....	5
Tabla N°2 Trichoderma spp y su control de enfermedades.	19
Tabla N°3 Síntomas ante la presencia de Patógenos	20
Tabla N°4 Taxonomía de Rhizoctonia Solani	25
Tabla N°5 Matriz de Categorización Apriorística	28
Tabla N°6 Tipos de Trichoderma spp	38
Tabla N°7 Capacidad Antagónica de Trichoderma spp frente R. Solani ...	40
Tabla N°8 Capacidad Antagónica de Trichoderma spp ante Colletotrichum G	42

Índice de figuras

Figura 1 Tipos de Control	13
Figura 2 Mecanismos de Biocontrol de Trichoderma	14
Figura 3 Preparación de medios de cultivo sólido en placas	22
Figura 4 Tipos de Conidios y Conidióforos	24
Figura 5 Diagrama de Selección	31
Figura 6 Características del Hongo Trichoderma spp	34

Índice de abreviaturas

ACB: Agente De Control Biológico

PDA: Agar dextrosa y papa

PCRS: Pared celular de Rhizoctonia

GC-MS: Cromatografía de Gases acoplada a Espectrometría de Masas

PIC: Porcentaje de inhibición de crecimiento

PIE: Porcentaje de inhibición de esporulación

PICR: Porcentaje de inhibición del crecimiento radial

AEM: Agar extracto de malta

MMV: Medio mínimo Vogel

Resumen

El sector agrícola sufre una gran gama de enfermedades durante su etapa de desarrollo y es un problema que se tiene que lidiar de manera constante. Los hongos fitopatógenos provocan un efecto nocivo a estos seres, no solo por las pérdidas económicas que puede representar, sino también por el impacto ambiental ante el mundo.

El objetivo de esta investigación radica en indagar sobre el hongo *Trichoderma spp* y la inhibición al hongo fitopatógeno *Rhizoctonia solani* y *Colletotrichum gloeosporioides*. Esta revisión presenta información sobre la importancia del Hongo *Trichoderma spp* frente a Hongos fitopatógenos y las medidas de control que ejerce sobre éstos. Su representación como una alternativa viable permitió contrarrestar el uso irracional del uso de pesticidas químicos y fúngicos. Cabe recalcar que la eficiencia del *Trichoderma* radica en las condiciones ambientales para su crecimiento y a los estímulos externos. Los resultados como biocontrolador ante patógenos arrojaron un alto porcentaje de inhibición, lo cual nos permiten deducir su efecto antagónico, asociados a la diversidad de especies existentes que alberga.

Palabras clave: Trichoderma spp, Inhibición, Biocontrolador, Patógenos.

Abstract

The agricultural sector suffers from a wide range of diseases during its development stage and it is a problem that has to be dealt with constantly. Phytopathogenic fungi cause a harmful effect on these beings, not only because of the economic losses that they can represent, but also because of the environmental impact on the world. The objective of this research is to investigate the fungus *Trichoderma* spp and the inhibition of the phytopathogenic fungus *Rhizoctonia solani* and *Colletotrichum gloeosporioides*. This review presents information on the importance of the *Trichoderma* spp Fungus against phytopathogenic Fungi and the control measures it exerts on them. Its representation as a viable alternative made it possible to counteract the irrational use of chemical and fungal pesticides. It should be emphasized that the efficiency of *Trichoderma* lies in the environmental conditions for its growth and external stimuli. The results as a biocontroller against pathogens showed a high percentage of inhibition, which allows us to deduce its antagonistic effect, associated with the diversity of existing species it houses.

Keywords: *Trichoderma* spp, Inhibition, Biocontroller, Pathogens.

I. INTRODUCCIÓN

La problemática ambiental que afrontamos desde los últimos 50 años ha tomado gran relevancia, no solo por los efectos que ha generado sino por la manera que la población ha reaccionado ante ello.

La creciente demanda de la población, el deterioro del ambiente y la búsqueda de un mejor estilo de vida, son algunos factores que han incitado al hombre a la búsqueda de procesos sostenibles de producción agrícola que permitan cubrir el alto porcentaje de alimento y materias primas mediante el aprovechamiento sostenible de las reservas naturales para saciar las necesidades del ser humano. Sin embargo, la agricultura extensiva ha generado problemas fitosanitarios, primordialmente en el suelo, que constituye un soporte de gran importancia para la agricultura.

Durante los años 2000, el tema acerca de la fitopatología no fue tan relevante, a pesar que existieron antecedentes acerca de las consecuencias que generaban las enfermedades a las plantas (Agrios 2016).

El descubrimiento del microscopio a mediados del siglo XVII dio lugar a una nueva visión en las ciencias de la vida.(Agrios, 2016)

Un aspecto relevante en el ámbito agrario es el manejo del control de enfermedades; cuyas medidas para minimizar las pérdidas económicas es mediante el uso de agentes biológicos y químicos (Chiriboga et al.,2015).

La excesiva utilidad de compuestos químicos para el control de enfermedades, los efectos a la salud de productores y consumidores, ha fomentado la indagación de alternativas viables para garantizar una amplia viabilidad en la producción agrícola, contrarrestando el impacto sobre el ambiente (Chiriboga et al.,2015). El género *Trichoderma* spp es un notable ejemplo de hongo beneficioso, ya que se ha probado su viabilidad técnica y económica como biocontrolador, respetando las normas de producción agrícola vinculadas a la sostenibilidad ambiental (Fundación para la Innovación Agraria -Chile ,2008).

La viabilidad técnica está asociada a un servicio especial en relación a las cepas de *Trichoderma* respaldadas en su eficiencia y eficacia de control mientras que la viabilidad económica o comercial se rige en el marco de abastecimiento en el

mercado para su conservación y utilización en los sectores agrícolas de manera orgánica.

Trichoderma se estima como un agente de control exitoso y relevante en el sector agrícola, constituyendo el 60% de los biofungicida en el mundo (Hernández, 2019). Facilitando el crecimiento vegetal y la actividad antagonista frente a un amplio rango de hongos patógenos (Choudhary, Ashraf 2019). Oponiéndose al crecimiento del hongo patógeno hasta en un 100% según fuentes documentadas (KOPPERT MEXICO 2018).

El potencial del hongo *Trichoderma spp* fue sugerido aproximadamente hace setenta años por Weindling (1932), quien fue el encargado de demostrar por primera vez la actividad contra *Rhizoctonia solani*. (Chet, Herrera 2003). Las clases existentes de *Trichoderma spp* poseen una acción de antagonismo sobre patógenos, tales como *Sclerotium rolfsii*, *Pythium ultimum*, *Solanum Lycopersicum* y *Fusarium oxysporum* (Sucaticona V. 2018), responsable de enfermedades en los cultivos de rábano, clavel, frejol, café, tomate y otros (Chiriboga et al., 2015).

Para asegurar el éxito del Hongo *Trichoderma*, éste debe seguir ciertas indicaciones como su inmovilización en portadores, preparación en medios de cultivo, almacenamiento y aplicación en el campo (Hernández, 2019).

Este marco, plantea como problema general:

- ¿Por qué el hongo *Trichoderma* inhibe al hongo fitopatógeno *Rhizoctonia solani* y *Colletotrichum gloeosporioides*?

Planteándose como problemas específicos los siguientes:

- ¿Cuáles son las características del hongo *Trichoderma spp* y los fitopatógenos *Rhizoctonia solani* y *Colletotrichum gloeosporioides*?
- ¿Cuáles son los principales tipos de hongos *Trichoderma spp* para la mejora de un eficiente Control Biológico?
- ¿Cuáles son los resultados obtenidos al comparar las pruebas “in vivo” con los resultados obtenidos “in vitro” de la capacidad antagónica del hongo *Trichoderma spp*?

Entre tanto, el potencial de este hongo como biocontrolador se debe a su compleja interacción con los hongos patógenos existentes en la superficie vegetal, sea en plantas, flores y verduras (Mukhopadhyay, Kumar 2020). así como en cultivos de frutos neutralizando así su incidencia (Plataforma digital única del Estado Peruano 2018).

La importancia de esta investigación radica en proporcionar una mayor fuente de información sobre el hongo *Trichoderma* y su eficiencia ante la diversidad de patógenos existente en el sector agrícola.

En base a la descripción de la problemática presentada, se planteó como objetivo general lo siguiente:

- Analizar sobre el hongo *Trichoderma spp* y la inhibición al hongo fitopatógeno *Rhizoctonia solani* y *Colletotrichum gloeosporioides*

Mientras tanto los objetivos específicos fueron:

- Describir las características del hongo *Trichoderma spp.* y los patógenos *Rhizoctonia solani* y *Colletotrichum gloeosporioides*
- Analizar la taxonomía del Hongo *Trichoderma* para la mejora de la eficiencia de un Control Biológico.
- Comparar los resultados obtenidos en las pruebas” in vivo” con los resultados obtenidos “in vitro” de la capacidad antagónica del hongo *Trichoderma spp.*

II. MARCO TEÓRICO

Para la elaboración de la presente revisión sistemática, se realizó la compilación de información en diferentes fuentes de datos como ScienceDirect, Scientific Research Publishing, Scielo, Dialnet. Se fijó como periodo de búsqueda desde búsqueda desde el año 2016 hasta 2022. A continuación, se detalla la información en la siguiente tabla

Tabla N° 1 Antecedentes de Investigación

N°	Autor	Metodología / descripción	Resultados
1	Hammad et al. (2021)	Quince aislamientos de <i>Trichoderma</i> spp. Se obtuvieron de plantas vigorosas y sanas (tomates, fresas y vides) de la rizósfora y de un biocompost comercial.	Las pruebas de biocontrol realizadas en plantas de tomate con <i>T. brevicompactum</i> (TBS1), <i>T. atroviride</i> (TAtC11) y <i>T. lixii</i> (TLiC8) contra <i>B. cinérea</i> (BCT04) mostraron que la inoculación de TBS1 redujo significativamente la incidencia de la enfermedad en un 64,43 y un 51,35. % en tratamiento preventivo y curativo, respectivamente.
2	Cayotopa-Torres et al. (2021)	Para la evaluación en condiciones in vitro, se emplearon 10 cepas <i>Trichoderma</i> spp. en PDA contaminado con Cadmio y en medio de PD contaminado de Cadmio.	Las cepas con incremento de remoción ($p < 0,05$) de Cadmio fueron <i>T. brevicompactum</i> (83,1%), <i>T. harzianum</i> (67,0%) y <i>T. spirale</i> (65,8%).
3	Alfiky (2019)	Se llevó a cabo un programa de muta génesis simple pero eficiente utilizando luz ultravioleta para inducir modificaciones. Cationes en la estructura genética de dos agentes de biocontrol de <i>Trichoderma</i> , <i>T. virens</i> y <i>T. asperellum</i> .	El análisis de los cinco genes asociados al antagonismo se examinó a través de PCR en tiempo real. En efecto se reveló que la expresión génica de dos genes, la quitinasa 33, una enzima que degrada la pared celular y la policétido sintasa, que es responsable de la biosíntesis de policétidos, una clase de metabolitos secundarios con funciones antimicrobianas, estaban significativamente reguladas al alza en uno de los <i>T. virens</i> mutados.
4	Conte et al. (2022)	Los tratamientos consistieron en testigo sin aplicar <i>Trichoderma</i> spp. Sobre la superficie del suelo y aplicarlo. Se evaluaron las propiedades químicas (contenido de nutrientes, acidez, materia orgánica y aluminio), físicas (persistente a la penetración) y biológicas (supresión de enfermedades) del soporte superficial que es el suelo y los componentes de desarrollo, nutrición y rendimiento.	<i>Trichoderma</i> spp. aplicado por aspersion superficial dio como resultado la acidificación del suelo, aumentó la absorción de K y Mn por el cultivo de soja (20 y 40% respectivamente), disminuyó la incidencia de moho blanco y aumentó el rendimiento en plantas que presentaban <i>Fusarium</i> sp. + <i>Macrophomina</i> sp., pero no influyó significativamente en la producción del cultivo de soja en las condiciones probadas.
5	Yassin et al.(2021)	Se realizó un ensayo de cultivo dual para precisar la eficacia antagónica del hongo <i>Trichoderma</i> contra algunos 6patógenos fusariales del maíz. Relaciones micoparasitarias de las cepas fúngicas antagónicas contra pat8ógenos	<i>Trichoderma viride</i> mostró actividad antagónica contra <i>F. proliferatum</i> y <i>F. verticillioides</i> con tasas de inhibición micelial de 80,17% y 70,46%, mientras que <i>T. harzianum</i> exhibió tasas de 68,38% y 60,64%, respectivamente. Los

N°	Autor	Metodología / descripción	Resultados
		<p>fúngicos se investigaron utilizando una técnica de cultivo en portaobjetos. Además, se realizó una técnica de intoxicación alimentaria para detectar la eficacia antimicótica de los filtrados de cultivo de <i>Trichoderma</i> contra patógenos fusariales del maíz.</p>	<p>filtrados de cultivo de las cepas de <i>T. viride</i> y <i>T. harzianum</i> exhibieron actividad antifúngica contra la cepa de <i>F. verticillioides</i> con tasas de supresión del 56,7 % y el 32,2 %, mientras que el micelio las tasas de inhibición frente a la cepa de <i>F. proliferatum</i> fueron del 44,09 % y del 23,50 %, respectivamente</p>
6	Sebumpan et al.(2022)	<p>Utilizando la técnica de cebo , se aisló la cepa de <i>T. asperellum</i> , RMCK01. La cepa se caracterizó utilizando datos morfológicos y moleculares y su potencial de control biológico se probó utilizando diferentes concentraciones de conidios en el último estadio larvario del supergusano <i>Zophobas morio</i> (Fabricius, 1776) (Coleoptera: Tenebrionidae).</p>	<p>Las secuencias ITS1 de <i>T. asperellum</i> RMCK01 fueron 100 % idénticas a las secuencias de otros aislamientos de <i>T. asperellum</i> notificados en Vietnam, India, Tailandia y China. Además, <i>T. asperellum</i> RMCK01 fue particularmente eficaz contra las larvas de <i>Z. morio</i> .El día 21, el 88,87 %, 88,07 % y 86,73 % de los insectos murieron cuando se trataron con una suspensión que contenía 6×10^8 , 3×10^9 y $2,68 \times 10^7$ conidios/ml, respectivamente.</p>
7	Mukhopadhyay & Kumar (2020)	<p>La señalización de cAMP en hongos ayuda en muchos procesos celulares como el desarrollo sexual, la virulencia, el control de la diferenciación, el seguimiento del estado nutricional y el estrés. Pero la función más importante de la señalización de cAMP es la regulación de la transcripción y el ciclo celular.</p>	<p>La vía cAMP ayuda en la condición enroscamiento del micelio de <i>Trichoderma</i> sobre hongos patógenos e inhibe su proliferación</p>
8	Vallières, Alexander, Avery (2021)	<p>Se realizó un ensayo de alto rendimiento de 1280 compuestos aprobados por la FDA para encontrar aquellos que potencian el efecto del yodopropinil-butil-carbamato (IPBC) en el crecimiento de <i>Trichoderma virens</i>; IPBC es uno de los dos fungicidas aprobados por las Regulaciones de Productos Biocidas más utilizados. De esta biblioteca, 34 compuestos en combinación con IPBC inhibieron fuertemente el crecimiento fúngico.</p>	<p>La hexetidina antifúngica (HEX) potenció la acción de IPBC contra dos de los organismos de prueba. Ni IPBC + TFZ ni IPBC + HEX exhibieron un efecto combinatorio contra células de mamífero. Estas combinaciones mantuvieron fuertes propiedades de inhibición del crecimiento fúngico después de la incorporación a una matriz polimérica (alginato) con potencial para la administración de fungicidas.</p>

N°	Autor	Metodología / descripción	Resultados
9	Filizola et al. (2019)	Estudios realizados con 13 nuevas cepas de <i>Trichoderma</i> , aisladas de sedimentos de manglares (PE, Brasil) mediante caracterización morfofisiológica y molecular, así como de <i>Fusarium</i> aisladas del suelo de Caatinga (PE, Brasil). La evaluación se realizó a las 24 y 48 h de los intervalos de crecimiento mediante la prueba de Turkey, con una significancia del 5%.	Identificación molecular de <i>Trichoderma</i> , se amplificaron secuencias de 500 pb, se depositaron en GenBank y se usaron para análisis filogenéticos. Las cepas fueron identificadas como <i>asperellum</i> , <i>harzianum</i> y una como <i>T. longibrachiatum</i> . La tasa de crecimiento presentó un promedio de 0,1207 cm h ⁻¹ para <i>Trichoderma</i> con un crecimiento menor de 0,031 cm h ⁻¹ para <i>Fusarium</i> spp.
10	Yassin, Mostafa, Al-Askar (2021)	Los extractos de acetato de etilo en actividades antagónicas de <i>Trichoderma viride</i> y <i>T. harzianum</i> frente a diferentes cepas de hongos patógenos se evaluaron in vitro utilizando un ensayo de cultivo dual y un método de difusión en disco.	Los ensayos antifúngicos ante el <i>T. viride</i> y <i>T. harzianum</i> indicaron la potente actividad de estos extractos contra fitopatógenos fúngicos con diferentes patrones de susceptibilidad. <i>F. chlamyosporum</i> fue el más sensible a los extractos de <i>T. viride</i> y <i>T. harzianum</i> con concentraciones inhibitorias mínimas de 0,5 y 1,0 mg/disco, respectivamente.
11	Herrera et al.(2020)	Se prepararon formulaciones a base de <i>Trichoderma asperellum</i> TV190 mediante aceites minerales o vegetales emulsionados, que protegían las esporas de la radiación ultravioleta, mostrando una mayor viabilidad de 37–43% (mineral) y 56–63% (vegetal) que el control (8–12%). Estas formulaciones mejoraron el antagonismo de <i>T. asperellum</i> sobre <i>Rhizoctonia solani</i> en condiciones de invernadero, reduciendo las plántulas de maíz infectadas en un 72 % (mineral) y un 59 % (vegetal)	El tamaño de la mancha necrótica se redujo en un 90,04 % (mineral) y en un 87,29 % (vegetal). Formulación granular, preparada con germen de maíz desgrasado y <i>T. asperellum</i> esporas, protegió las plántulas de maíz de <i>R. solani</i> en condiciones de invernadero, con una reducción del 73 % de las plantas infectadas y una reducción del 93 % del tamaño de las manchas necróticas
12	Choudhary, Ashraf (2019)	probaron in vitro y la inhibición micelial más alta se registró en el ensayo de cultivo dual de <i>Trichoderma harzianum</i> (74,44 %), y entre las enmiendas orgánicas, la inhibición micelial máxima se encontró en la torta de neem (61,11 %). En un estudio de invernadero, <i>T. harzianum</i> + torta de neem mejoró efectivamente el porcentaje de germinación (93,33%) y disminuyó el porcentaje de mortalidad por enfermedades (11,67%) que los otros tratamientos.	Los parámetros morfológicos como el alto de la planta (57,50 cm), peso seco (22,83 g), los nódulos de raíz (51), las vainas/planta (58) y el peso de 100 semillas (5,78 g) se encontraron al máximo en esta aplicación combinada. Pigmentos fisiológicos como clorofila (2,41 mg/g) y carotenoides (0,19 mg/g), contenido de proteína (5,85 mg/g) y leghemoglobina (11,75 mg/g) además de <i>T. harzianum</i> + torta de neem y contenido mínimo de fenol (1,41 mg/g).

N°	Autor	Metodología / descripción	Resultados
13	Konappa et al. (2020).	Para el manejo ecológico de la marchitez bacteriana del tomate, los microorganismos rizosféricos pertenecientes a los géneros <i>Bacillus</i> (6 aislamientos), <i>Brevibacillus</i> (1 aislamiento), <i>Pseudomonas</i> (3 aislamientos) y <i>Trichoderma</i> (8 aislamientos) fueron estudiados por su capacidad para inducir inmunidad en tomate, individualmente y en combinación contra <i>R. solanacearum</i> en estudios de invernadero y campo.	En estudios de laboratorio, se observó un porcentaje máximo de germinación del 93 %, índice de vigor de 1609 en la bacterización de semillas con <i>P. fluorescens</i> Pf3, seguido de 91% de germinación, índice de vigor de 1593 en tratamiento con <i>T. asperellum</i> T8 sobre el testigo. En condiciones de invernadero, la protección contra la marchitez bacteriana en tratamientos individuales con PGPR varió de 38 a 43% y <i>Trichoderma</i> sp. varió de 39 a 43% en comparación con el control. En comparación con el tratamiento de semillas individuales, entre diferentes combinaciones, se registró un porcentaje máximo de germinación de semillas del 97 % con la combinación <i>P. fluorescens</i> Pf3 + <i>T. longibrachiatum</i> UNS11.
14	Huang et al. (2020)	Se investigaron in vitro las actividades antifúngicas contra <i>C. gloeosporioides</i> de 108 aislamientos de suelo de rizosfera de plantas polares sanas mediante el ensayo de cultivo dual.	La cepa ZSH-1 mostró el mayor nivel de actividad antifúngica, ya que inhibió a <i>C. gloeosporioides</i> a una distancia de 10,00 mm. ZSH-1 exhibió rasgos de degradación de la pared celular al producir 3 enzimas líticas. La cepa ZSH-1 tuvo una eficacia del 47,6 % (12 días) ante el control del patógeno ante el álamo en comparación con el control.
15	Sharma et al. (2021)	Se observó la reacción antagónica de seis hongos, seis bacterias y nueve levaduras contra <i>C. gloeosporioides</i> cuyo medio se basó en APD y medio de agar extracto de malta, entre los cuales se encontró que <i>Trichoderma harzianum</i> fue el más eficiente con un 89,26 % de inhibición del crecimiento micelial.	El tratamiento de inmersión de mango en suspensión de esporas (1.2×10^4 ufc/ml) de <i>T. harzianum</i> durante 5 minutos fue el más efectivo y proporcionó un control de la enfermedad del orden de 81,67%. Aplicación combinada de agentes efectivos de control biológico como un tratamiento de baño de frutas poscosecha contra la antracnosis del mango en frutos de mango, donde el tratamiento de <i>T. harzianum</i> + <i>Pichia anomala</i> fue muy efectivo con un 93,39% de control de la enfermedad.
16	Yang et al. (2022)	se utilizó la tecnología RNA-seq para analizar los cambios en sus genes de la vaina de la hoja a las 12, 24, 36, 48 y 72 h después de la inoculación del cultivar resistente 'Shennong 9819' y el cultivar susceptible 'Koshihikari' con <i>R. solani</i> .	Después de la inoculación, el número de DEG en el cultivar resistente fluctuó, mientras que el número de DEG en el cultivar susceptible aumentó primero y luego disminuyó, datos sugieren que en la etapa temprana de la infección del arroz por <i>R. solani</i> , existe un sistema de

N°	Autor	Metodología / descripción	Resultados
			defensa inducido por patógenos en los cultivares de arroz resistentes, que implica la expresión de genes PR, factores de transcripción clave, genes PAL y el enriquecimiento de genes relacionados con la defensa. caminos.
17	Gajera et al. (2020)	El biocontrolador <i>Trichoderma</i> mostró un crecimiento restricción de <i>R. solani</i> Kuhn que va del 15 al 88% durante el antagonismo in vitro. <i>T. koningii</i> MTCC796 (TkoniT9) crecimiento máximo controlado de <i>R. solani</i> después de <i>T. viride</i> NBAITv23 (TviriT5) a través de micoparasitismo. Los cepas de antibiosis: <i>T. harzianum</i> (TharzT1) y <i>T. virens</i> (TvireT7) no crecieron demasiado pero zona de inhibición formada durante la interacción con el patógeno de prueba	El 1-nonadeceno (antifúngico) reconocido significativamente (P0.01) más alto en la cepa de antibiosis, mientras que es forma alcohólica única 1-nonadecenol (citotóxica) inducida significativamente (P0.001) en micoparásito TkoniT9 antagonista en contacto con el micelio del patógeno
18	Pfeiffer et al. (2021)	Los microorganismos candidatos fueron evaluados por sus efectos protectores contra infecciones transmitidas por el suelo por especies de <i>Fusarium</i> , <i>Globisporangium</i> (syn. <i>Pythium</i>) y <i>Rhizoctonia</i> . Debido al método de aislamiento elegido, la mayoría de las bacterias de las raíces del maíz eran formadoras de esporas, la mayoría especies de <i>Bacillus</i> , <i>Brevibacillus</i> y <i>Paenibacillus</i> .	Las bacterias más eficaces fueron especies de <i>Pseudomonas</i> <i>Burkholderia</i> y <i>Streptomyces</i> Entre un subconjunto de aprox. En 100 bacterias estudiadas, las actividades in vivo e in vitro contra <i>F. culmorum</i> solo se correlacionaron débilmente, aunque algunas cepas se desviaron de este patrón. Los hongos más efectivos fueron dos cepas de <i>Clonostachys rosea</i> y aislados de 19 <i>Trichoderma</i> . Este último y una cepa de <i>Gliocladium virens</i> proporcionó también protección contra <i>R. solani</i> . Se registró actividad contra <i>Globisporangium</i> ultimum para un aislado de <i>Trichoderma</i> y las dos cepas de <i>C. rosea</i> .
19	Stenberg et al. (2021)	Revisamos el uso de términos identificamos tres principios que deberían sustentar el concepto, y luego presentar un nuevo marco para el control biológico, arraigado en publicaciones seminales. Los tres principios establecen que los agentes vivos pueden intervenir en el control biológico, el biocontrol tiene como objetivo una plaga directa o indirecta, y el métodos de biocontrol pueden clasificarse en cuatro categorías principales dependiendo de si los agentes residentes son utilizados, con o sin intervención humana	La identificación correcta de lo que es y no es control biológico puede ayudar a comprender y optimizar el control biológico de plagas para beneficio humano y ambiental.

N°	Autor	Metodología / descripción	Resultados
20	Yin et al. (2020)	En los ensayos de fitotoxicidad en las especies de dicotiledóneas <i>Brassica chinensis</i> , harzianum A y B redujeron la longitud de los brotes y las raíces a bajas concentraciones e inhibieron la germinación de las semillas a 2 µg mL ⁻¹ . Además, harzianum A y B también exhibieron fitotoxicidad contra monocotiledóneas, <i>Oryza sativa</i> L. cv. Nipponbare y <i>Echinochloa crusgalli</i> L. Beauv.	En comparación con un herbicida común, el ácido 2,4-diclorofenoxiacético, el harzianum A y B realizaron una actividad similar en un ensayo en maceta y fueron más efectivos en condiciones de postemergencia que de preemergencia. Harzianum A y B tienen potencial como herbicidas eficientes para controlar importantes malezas dicotiledóneas y monocotiledóneas en bajas concentraciones.
21	Kubicek et al. (2019)	Seleccionamos las 12 especies de <i>Trichoderma</i> más comunes y estudiamos la evolución de sus secuencias genómicas	<i>Trichoderma</i> genomica central, curó completamente su anotación, investigó varias familias de genes en detalle y comparó los resultados con los de otros hongos. El ochenta por ciento de los genes para los que se podía predecir una función también se encontraron en otros hongos, pero solo el 67% de los que no tenían una función predecible.
22	Fanelli et al. (2018)	El genoma de una cepa de control biológico anteriormente conocida como <i>Trichoderma harzianum</i> ITEM 908, que exhibe capacidades de promoción del crecimiento y antagonismo contra diferentes patógenos fúngicos. Mediante el análisis genómico de ITEM 908 investigamos la aparición y la relevancia de los genes asociados con el control biológico y la tolerancia al estrés, proporcionando una base para futuras	El análisis genómico reveló la presencia de una amplia gama de genes que codifican enzimas activas de carbohidratos (CAZymes), proteínas involucradas en la producción de metabolitos secundarios, peptabóils, epiditiodioxopiperazinas y sideróforos potencialmente involucrados en parasitismo, degradación saprofita, así como en biocontrol y actividades antagonicas.
23	Senkovs et al. (2021)	Se trataron muestras de suelo experimentales con <i>B. subtilis</i> y <i>T. asperellum</i> y su consorcio. Se determinó el cambio del número de UFC bacterianas y fúngicas en el suelo. El ensayo Biolog EcoPlate demostró la acción de metabolismo de los microorganismos. La concentración de ADN se determinó por métodos moleculares. Se realizó un análisis de correlación entre los datos microbiológicos y moleculares.	El tratamiento del suelo con <i>T. asperellum</i> , <i>B. subtilis</i> y el hongo patógeno de plantas <i>Botrytis cinerea</i> cambió el número de UFC y amplificó los fragmentos de ADN. El estudio mostró que los microorganismos agregados no afectaron significativamente la diversidad metabólica de la comunidad y el índice de biodiversidad de Shannon-Wiener, pero cambiaron la utilización de carbohidratos, compuestos complejos de carbono y compuestos orgánicos de fósforo.

N°	Autor	Metodología / descripción	Resultados
24	Boughalleb-M'Hamdi, Salem, M'Hamdi 2018)	Se llevaron a cabo varios experimentos para promover el control biológico en condiciones ecológicas semiáridas. Ensayo in vitro	La tasa de desarrollo reveló el potencial de mejora del crecimiento de <i>T. harzianum</i> (sandía, 15%) y <i>A. flavus</i> (melón, 12%). Plantas de sandía inoculadas con <i>F. solani</i> f. sp. <i>cucurbitae</i> y tratadas curativamente con <i>Trichoderma erinaceum</i> , <i>T. viride</i> y <i>A. flavus</i> y otros inoculados con <i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>niveum</i> y tratadas con <i>Trichoderma helicum</i> registraron parámetros de mayor aumento de crecimiento.
25	Jiang et al. 2016)	Se realizó un aislado CGMCC 6422) fue desarrollado para tener una fuerte acción antagónica contra las hifas de <i>P. capsici</i> a través de pruebas de detección	Muestran que siete días después de la inoculación, las hifas del patógeno se degradaron por completo en un cultivo dual. <i>T. asperellum</i> también pudo entrar en <i>P. capsici</i> esporas mediante el uso de oogonia y luego desarrollaron hifas y produjeron conidios, lo que llevó a la desintegración de la oogonia y las esporas. Siete días después de la inoculación, un promedio de 10,8% de las esporas estaban infectadas, pero en esta etapa, las estructuras de las esporas aún estaban intactas.

+

Los hongos son organismos microscópicos, eucariotas, ramificados y filamentosos, cuyas paredes celulares poseen quitina, celulosa y carentes de clorofila. De las 100000 especies existentes aproximadamente son saprofitas y se albergan sobre la materia orgánica muerta, es decir descompuesta. Sin embargo, más de 8000 especies generan enfermedades en las plantas, de las cuales algunas son beneficiadas puesto que algunos crecen en conjunto con la planta como hospedante denominándosele como parasito obligado o biotrofos. (Agrios, 2016).

Los Patógenos en Plantas atacada durante su etapa de desarrollo, adquiere la capacidad de abastecerse a base de sustratos producidos por sus hospedantes. Estas se encuentran ubicadas en el protoplasma de las células, logrando que los patógenos penetren las partes externas constituidas por la cutícula y la pared celular. Ante esta reacción las plantas producen sustancias químicas que actúan ante el patógeno, y dependerá de éste básicamente vivir de la planta. (Agrios, 2016).

El control biológico consiste en un método de control natural que consiste en la utilización de una especie antagonista que no causa daños al cultivo para controlar otra especie. (Stenberg et al. 2021). Por consiguiente, una de las estrategias del control de enfermedades es el control biológico que posee un impacto menos nocivo sobre el ambiente y la salud que acompañado con otras prácticas integrales y orgánicas reducen considerablemente la incidencia de los Fitopatógenos.

Control Biológico es la metodología de control para enfermedades en el área agrícola según al tipo de patógeno que este expuesta, del hospedante y la relación que se establezca entre ambos. Las diferentes metodologías de control tal y como indica la **Figura 1** se clasifican en reguladoras, culturales, biológicas, físicas y químicas en función de los agentes que se empleen para el control de las mismas (Agrios, 2016).

Trichoderma Agente De Control Biológico (ACB) consiste en la utilización de microorganismos como agentes biocontroladores cuyo aporte radica en la metodología eficiente para temas de patógenos. Aproximadamente 20 especies del género *Trichoderma* actúan como biocontroladores, entre ellas podemos

mencionar *T. Harzianum*, *T. viride*, *T. Atrovida*, *T. Hamatu*, *T. Reeseison* son las más importantes y actúan como antagonistas potenciales. (Mukhopadhyay, Kumar 2020). El análisis de las diversas clases de *Trichoderma spp* en distintos hábitats ,permite mejorar el conocimiento sobre su apoyo en el sector biotecnológico, y su importancia a nivel ecológico y agrícola (Torres-De la Cruz et al. 2015).

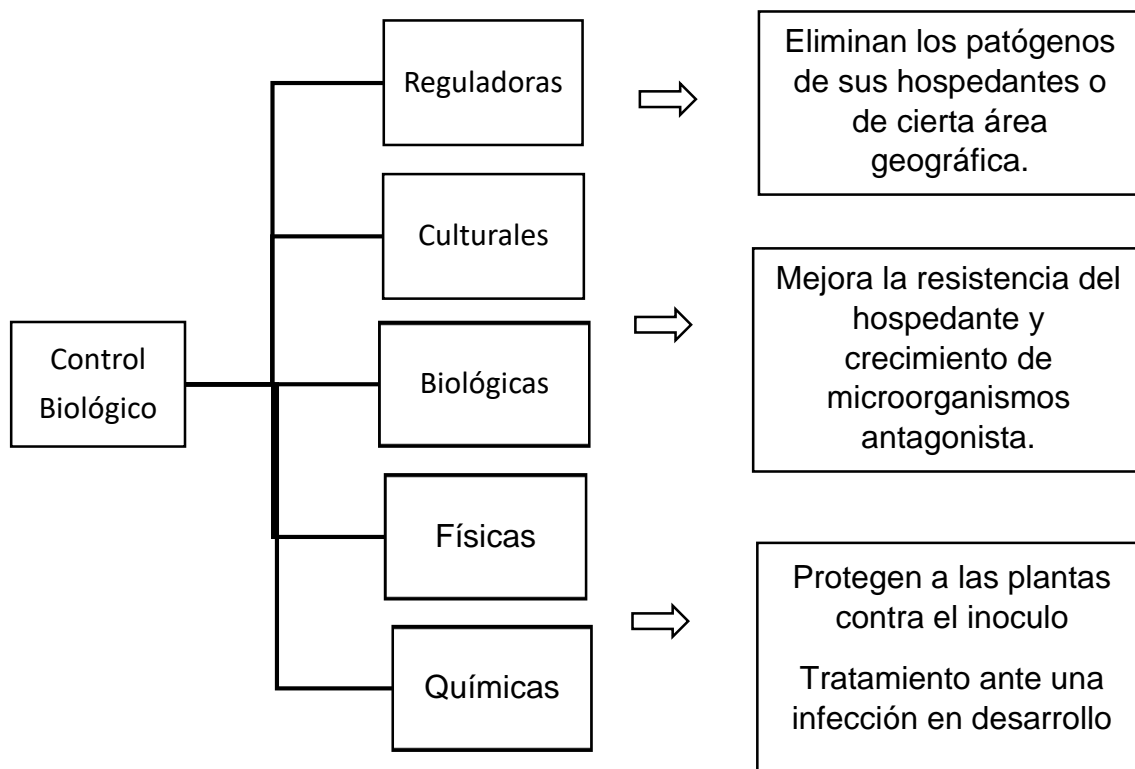


Figura 1 Tipos de Control

Este hongo benéfico predomina en los suelos cuya utilización se basa en la agricultura, posee una capacidad de exposición a extremas condiciones ambientales, sumado a medios con predominio de pesticidas y otros químicos le permiten ser un controlador eficiente (Hernández 2019).

Los diferentes microorganismos de especies que abarca este género asociado con la biosfera de las plantas o tal vez relación endofítica, por lo que puede incentivar el crecimiento y el desarrollo de las plantas, a vez producir auxina y giberelinas puede producir ácidos Orgánicos (glucónico, fumárico, ácido) reduciendo el potencial de hidrógeno del suelo como reducir y mejorando la Disolución elementos como fosfatos, hierro, manganeso y magnesio que son importantes en el metabolismo de la plantas (Boughalleb-M'Hamdi, Salem, M'Hamdi 2018; Torres-De la Cruz et al. 2015).

Su alta capacidad antagonista está favorecida por medios físicos y químicos de competencia como: Micoparasitismo, competencia por espacio y nutrientes, antibiosis por metabolitos secundarios, inhibidores del crecimiento y enzimas encargadas de degradar las paredes celulares de otros hongos; por ellos lo convierte en uno de los microorganismos antagonistas más estudiados y comercializados en el mundo (Chet, Herrera 2003; Jiang et al. 2016).

Generalizar y decir que diversas especies de *Trichoderma* son eficientes antagonistas se podría estar cometiendo un error, ya que varía del aislamiento, medio y su capacidad de combatir de forma precisa a las cepas de fitopatógenos (Benítez et al. 2004).

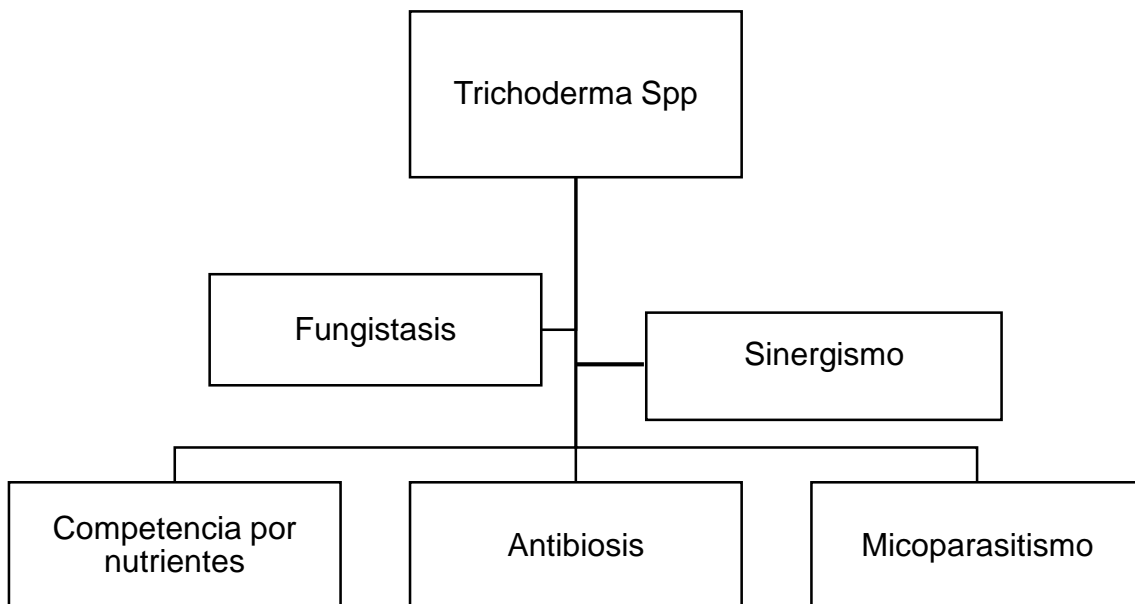


Figura 2 Mecanismos de Biocontrol de Trichoderma

Los mecanismos de Biocontrol de *Trichoderma* **Figura 2** podemos mencionar a la Fungistasis ya que según Benítez et al. (2004) manifiesta que un hongo antagonista ante la presencia de ciertos metabolitos producto de otras especies, sobrevive a estados opuestas superando el efecto fungistático.

Las cepas de *Trichoderma* se desarrollan precipitadamente al introducirse en el suelo ya que son infatigables a varios compuestos nocivos como herbicidas, fungicidas y pesticidas tales como DDT, y compuestos fenólicos (Chet, Herrera 2003).

La Competencia por nutrientes generada por la inanición es un factor predominante de mortandad, la competencia ante nutrientes se da tanto para hongos fitopatógenos, antagonista y micoparasitos (Chet, Herrera 2003; Benítez et al. 2004). Los principales nutrientes que necesita la *Trichoderma* spp tenemos el Carbono, nitrógeno y hierro los cuales son importantes para su crecimiento (Poalacin, 2015).

La antibiosis se genera por la interrelación de combinaciones difusibles de escaso peso molecular o por antibióticos procedentes de la especie *Trichoderma* que impide que otras especies crezcan. El *Trichoderma* spp genera moléculas tóxicas volátiles y opuestas que detienen la colonización antagónica por parte de otras especies; entre estos metabolitos, así como la producción de ácido harzianico, alameticinas, tricholinas, peptaiboles, antibióticos, viridina, glisoperonas, ácido heptéldico y otros (Stenberg et al. 2021).

Micoparasitismo es el proceso ejercido por *Trichoderma* spp desarrollada en diferentes etapas de modo sucesivo. Empieza por el aumento quimiotrófico de *Trichoderma* al hospedador, generado gracias a las moléculas de la misma, cuya naturaleza es desconocida. Hasta el momento se han detectado aminoácidos y azúcares (Chet, Herrera 2003; Benítez et al. 2004).

Sinergismo en relación a las enzimas líticas y antibióticos, es favorable para el biocontrol, dando lugar a cepas que producen diversidad de enzimas conllevando a un sinergismo eficiente (Benítez et al. 2004).

Atanasova et al., (2014) manifiesta que la Biología de la *Trichoderma* se trata de hongos cosmopolitas que habitan en la rizósfera, material vegetal, madera en descomposición y generalmente en estado anamórfico.

La reproducción asexual (estado anamórfico) en *Trichoderma* ha sido modelo para el entendimiento de la formación de conidios y de una manera rentable para la producción y aprovechamiento, por ello se ha estudiado ampliamente (Poalacin, 2015).

Fundación para la Innovación Agraria (2008, p. 6) señala que la *Trichoderma* spp carecer un determinado estado sexual. Existen más de 30 especies existentes, con cualidades benéficas, ubicadas de manera natural en diferentes hábitats

([Sucaticona V., 2018](#)) en especial donde existe materia orgánica o vegetal en descomposición.

Los parámetros ambientales de factor biótico (variedad de especies y plantas, actividad microbiana) y factor abiótico (temperatura, tipo, pH, etc.) influyen en la eficacia del control biológico ([Boughalleb et al., 2018](#)).

Estos hongos abundan en hábitats de tierra y agua dado a su reproducción, su crecimiento por la presencia de materia orgánica y humedad, tolerancia a temperaturas diferenciales, potencial de hidrogeno y salinidad ([Poalacin, 2015](#)).

Para un crecimiento óptimo debe tener las siguientes condiciones

- Temperatura: Abarca los 15°C - 35 °C, con un eficaz a 25°C.
- Humedad relativa: Se despliega entre el 20-80%, con un ideal a 70%.
- pH: 6 - 6.5, Tolerancia a estimaciones elevadas a razón de la secreción de ácidos orgánicos que acidifican el medio.
- Carbono: Fuente básica la celulosa (Flores, 2005).

La morfología se basa en las Características microscópicas que poseen las especies de *Trichoderma spp* donde se señala un desarrollo micelial y una óptima reproducción de esporas que intervienen en la colonización de sustratos así como el suelo. Además se producen enzimas extracelulares, antibióticos antifúngicos, ser competidores contra hongos patógenos, promover el crecimiento en plantas, e inducir resistencia (Poalacin,2015).

Macroscópicamente éstas especies se desarrollan en cultivos artificiales y reproducen numerosas conidias de formas pequeñas y colores verdes o blancas de unas células conidiogenas ubicadas al final de conidióforos de extensas ramificaciones. ([Sucaticona V., 2018](#)).

Las colonias de *Trichoderma spp* presentan crecimiento acelerado formando una colonia en el medio sobre la superficie, dado a la conidiación que proyecta durante su desarrollo. Las colonias al inicio son de aspecto liso y algunas veces blancas o transparentes (Sucaticona V. 2018), posteriormente muestra penachos blancos y algodonosos, micelio de color blanco y una densa red quien se encarga del pigmento característico. (Barnett y Hunter, 1992).

Conidióforos. Son hialinos, erectos, no verticales, por lo general ramificados, suelen estar en solitario o agrupados (Poalacin, 2015).

Conidios son esporas asexuales con un característico color verde, amarillo o hasta blanco; resaltando una esporulación densa importante durante la supervivencia, dispersión y reproducción del hongo, adherido a sus paredes compuestos de quitina y glucanos (Poalacin, 2015).

Clamidosporas aquellas de color amarillento o verdoso, con un olor a humedad, es estructura elíptica o de globo, su diámetro es de 6-15um en la mayoría (Poalacin, 2015)

Las características macroscópicas respecto a las colonias que posee el hongo *Trichoderma* se caracterizan por su rápido crecimiento, presentando una coloración que puede visualizarse blanca-verdosa o amarilla-verdosa, presentando anillos concéntricos. Demuestran las colonias un aspecto según el lado reverso un tono color amarillo, ámbar o amarillo-verde (Sucaticona V. 2018; POALACIN 2015).

La Taxonomía *Trichoderma spp* se encuentra clasificado según Poalacin (2015), como:

- Reino: Fungí.
- División: Ascomycota
- Subdivisión: Pezizomycota
- Clase: Sordariomycetes
- Orden: Hypocreales
- Familia: Hypocreaceae
- Género: *Trichoderma*.

Sucaticona V. (2018) Señala que se conocen los siguientes microorganismos del género *Trichoderma*:

Trichoderma aggressivum, *Trichoderma álbum*, *Trichoderma arundinaceum*, *Trichoderma asperellum*, *Trichoderma atroviride*, *Trichoderma aureoviride*, *Trichoderma brevicompactum*, *Trichoderma citrinoviride*, *Trichoderma citrinoviridex*, *Trichoderma crassum*, *Trichoderma erinaceum*, *Trichoderma fasciculatum*, *Trichoderma fertile*, *Trichoderma gamsii*, *Trichoderma*

ghanense, *Trichoderma hamatum*, *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma koningii*, *Trichoderma koningiopsis*, *Trichoderma longibrachiatum*, *Trichoderma lignorum*, *Trichoderma minutisporum*, *Trichoderma oblongisporum*, *Trichoderma ovalisporum*, *Trichoderma pleuroticola*, *Trichoderma polysporum*, *Trichoderma pseudokoningii*, *Trichoderma pubescens*, *Trichoderma reesei*, *Trichoderma saturnisporum*, *Trichoderma spirale*, *Trichoderma strictipile*, *Trichoderma strigosum*, *Trichoderma stromaticum*, *Trichoderma tomentosum*, *Trichoderma virens*, *Trichoderma viride*, *Trichoderma viridescens*.

Las diversas especies de *Trichoderma* como biocontroladores se han estudiado en cultivos de gran importancia como arroz (*Oryza sativa*), tomate (*Solanum Lycopersicum*), trigo (*Triticum sp*), etc. (Hernández, 2019). (Chiriboga et al., 2015)

Trichoderma harzianum poseen colonias de coloración amarillo verdoso, Interviniendo como digestor del nitrógeno. Tolerante a tensión por escasez de hambre, considerado como un eficiente fungicida para el tratamiento de suelo, semillas (Poalacín, 2015).

Trichoderma harzianum reportada por primera vez por el autor De la Cruz (1992). Investigada, denotando acciones de proporción de defensa e inoculación a través de sus raíces de plántulas de pepino sobre un sistema hidropónico aséptico. (Chet, Herrera 2003), siendo una de las especies más estudiadas (Sucaticona V., 2018).

Trichoderma Hamatum incorporada al suelo regula la población de nematodos causantes del marchitamiento en las plantas perjudicando a las raíces e inmovilizando su funcionamiento como el absorber los nutrientes necesarios para sobrevivir (Poalacín, 2015).

Trichoderma Viride utilizado como biocontrolador por su inocuidad hacia el hombre, animales y plantas. (SENASA 2019). , cuya especie ha sido una de las más utilizadas. (Sucaticona V. 2018).

En México, durante la época de las plantaciones en Tabasco de cacao existe gran diversidad del hongo *Trichoderma* donde se obtuvieron 96 aislamientos

teniendo en cuenta su forma y características de ITS mediante la dilución en placa presente en la rizósfera. Las especies predominantes fueron *Trichoderma. virens*, *Trichoderma longibrachiatum. sagamiensis* además de *Trichoderma asperellum*, *Trichoderma brevicompactum*, *Trichoderma pleuroticola*, *Trichoderma reesei* y *Trichoderma spirale* quienes fueron registros nuevos y *Trichoderma harzianum* quien fue la más abundante (Torres-De la Cruz et al. 2015).

Tabla N°2 Trichoderma spp y su control de enfermedades.

HONGOS CONTROLADOS POR TRICHODERMA SPP.	ENFERMEDAD	CULTIVO
Botrytis cinerea	Moho gris	Amplio rango de cultivos como: papa, tomate, frijol, mora, flores, tomate de árbol y pudriciones en poscosecha.
Colletotrichum gloeosporioides	Antracnosis	Amplio rango de cultivos como: arveja, papa, tomate, frijol, mora, flores, tomate de árbol y pudriciones en poscosecha.
Cylindrocladium scoparium	Volcamiento	Pino
Fusarium moniliforme	Pudrición	Maíz
Fusarium oxysporum	Pudrición	Papa, tomate, frijol, tomate de árbol, banana, arveja, maíz, clavel, entre otros.
Macrophomina phaseolina	Carón de las raíces	Maíz, frijol, melón, ajonjolí.
Phytophthora infestans	Gota	Para, pepino de agua.
Phytophthora spp	Pudrición	Tabaco, flores, frutales, etc.
Pythium spp	Pudrición Algodonosa, volcamiento.	Amplio rango de cultivos.
Rhizoctonia solani	Pudrición algodonosa, volcamiento.	Zanahoria, tomate, lechuga, repollo, café, papa, arveja, cebolla, ajo, pimentón, etc.
Sclerotinia sclerotiorum	Pudrición algodonosa, volcamiento.	Habichuela, tomate, lechuga, repollo, café, papa, arveja, cebolla, ajo, pimentón, etc.
Rosellinia necatrix	Pudrición blanca de raíces	Aguacate, manzano.
Verticillium spp	Marchitez por Verticillium	Papa

Fuente: Chiriboga et al.(2015)

Síntomas de plantas con presencia de Hongos según Agrios, 2016 manifiesta que son por lo general tipo local y aparecen en diferentes o en un solo hospedantes. De manera generalizada producen la muerte de partes de los cómo sus tejidos vegetales atrofiando sus órganos.

Según Agrios (2016) los síntomas más frecuentes:

Tabla N°3 Síntomas ante la presencia de Patógenos

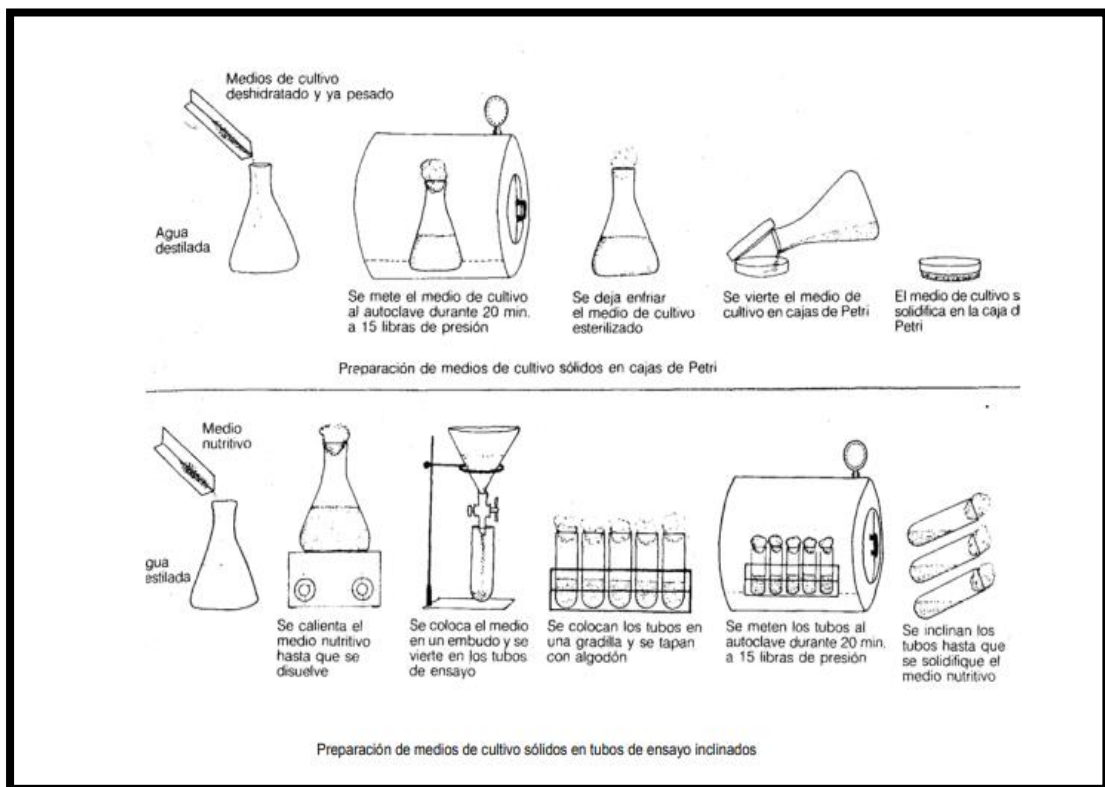
Síntomas	Características
Manchas Foliares	Lesiones ubicadas en hojas que albergan células muertas.
Tizón	Presentan Color café en las hojas, ramas y órganos florales.
Cancro	Lesiones necróticas, ubicadas frecuentemente bajo del tallo de una planta leñosa.
Muerte descendente	Necrosis presentes en las ramas de la planta.
Pudrición de la raíz	Desintegración del sistema o parte de ella.
Ahogamiento	Colapso de plántulas muy jóvenes.
Pudrición basal del tallo	Deterioro del tallo.
Pudriciones blandas y secas	Desintegración de frutos, tubérculos, bulbos y en ocasiones de las hojas.
Sama	Lesiones localizadas en el fruto, hoja y algunos órganos del hospedante.
Decaimiento	Deficiencia de la planta, hojas pequeñas, coloración amarilla o rojiza.
Antracnosis	Propia de climas húmedos y calurosos (primavera y verano), destaca por el brote de manchas marrones en las hojas, alrededor de los nervios de la planta. Al inicio aparecen de forma circular oscureciéndose con el tiempo, lo que se conoce como necrosis. Es muy común encontrarla en los cítricos, olivo, solanáceas y restos de hortícolas.

Fuente: (Agrios,2016).

Los preparativos para el aislamiento de Patógenos se realizan mediante los siguientes procedimientos:

1. Esterilización del material a emplear como las cajas Petri, tubos de ensayo, etc. utilizando la autoclave, el calor seco (150 a 160°) o también a través de ácido sulfúrico, alcohol etílico al 95%.
2. Preparación de soluciones para aplicar los tejidos infestados o contaminados, tales como Hipoclorito de sodio a un 5.25%(cloro y novena parte de agua), alcohol etílico al 95%, cloruro mercuríco en proporción de 1:1000 en alcohol etílico al 50%(Rada).
3. Medios de cultivo, hechos en algunos casos de manera sintética a base de compuestos químicos (**Figura 3**). Algunos suelen ser líquidos o semilíquidos. Contienen una fuente de carbohidratos y nutrientes básicos, tal como papa, harina, lima, habas o extracto de malta, agregándose cantidades de Agar para solidificar el medio y formar un gel donde el patógeno se desarrollará. Los medios más utilizados son PDA, el agar-agua o agar-glucosa siendo efectivo para algunos hongos y para finalizar el agar nutritivo quien contiene peptonas y extracto de carnes, los cuales de ben dejarse enfriar para que se solidifique. Las medios de cultivo se preparan en matraces, tapándose y colocándose en autoclave a un temperatura de 120°C y expuesta a una presión de 15 libras en un tiempo de 20min.La colocación del medio será según el material empleado, el cual debe realizarse de manera aséptica, libre de aire y polvo.

Figura 3 Preparación de medios de cultivo sólido en placas



FUENTE: (Agrios, 2006)

La diversidad de microorganismos existentes en la naturaleza como los patógenos, se han desarrollado de tal manera que su adaptación ha permitido que estén expuestas a diversos factores para su supervivencia y ocasionar los daños que éstos denotan en cada ser en contacto dentro de los cuales podemos mencionar a *Rhizoctonia solani* y *Colletotrichum gloeosporioides*.

El género *Colletotrichum* presenta una gran variedad de microorganismos que incluye tanto a los patógenos y los saprofitos. Se les atribuye como la más exitosa en el rango de los hongos patógenos de post cosecha más importante, presentándose en zonas templadas como tropicales.

El hongo *Colletotrichum* es el responsable prácticamente de enfermar a todas cosechas agrícolas, caracteriza por el hundimiento necrosado, donde la producción de conidias se da en el acérvulo, atacando principalmente flores, frutos y ramas.

Las fases de desarrollo de la clase de *Colletotrichum* se dan en: Evacuación en las superficies del hospedante, la conidia y su inserción a la superficie,

reproducción de la conidia, introducción a la epidermis de la planta, asentamiento del tejido hospedante, creación de acérvulo y esporulación (Rodríguez-López et al., 2009).

Al existir diferentes especies de *Colletotrichum*, éstas pueden causar la antracnosis, tales como: *C. gloeosporioides*, *C. acutatum*, *C. frutícola*, *C. asianum*, *C. dianersey*, *C. karstii* entre otras.

Biología de *Colletotrichum* o *Gloesporium* sp se caracteriza por la producción de conidios sin color determinado, ovoide, cilíndricos o en algunos casos encorvados o con forma de pesas en acérvulos (subepidérmicos). Las masas de los conidios presentan una coloración rosa. Los Acérvulos poseen una forma de cojín y son cerosos, de simples conidióforos, erectos y cortos. *Colletotrichum* se diferencia del *Gloesporium* por los acérvulos ya que éstos poseen espinas largas y oscuras. (Agrios, 2016)

Las conidias se pueden apreciar en la **Figura 4**, son de tamaño muy variables y poseen forma de cilindro cuyas puntas son redondas (Cano et al., 2004).

El hongo genera apresorios melanizados con medidas que varían (6-20 x 4-12 um) dando lugar a una púa de infección quien se introduce en el fruto desgarrando la cutícula por medio de enzimas quienes se encargarán de degradar la pared de células y generar presión de turgencia, latente hasta que se evidencia la madurez del fruto (Beno; Prusky, 2000).

Están presentes en la naturaleza en fase conidial, cuyas estructuras poseen una forma de disco, cuyo diámetro es de trescientas micras, en forma subepidermal en la lesión llamados acérvulos; estos presentan setas con un diámetro de cuatro a nueve micras, con menos de cien micras de longitud, quienes se encuentran entre la masa de conidióforos tanto simples y alargados; las conidias.

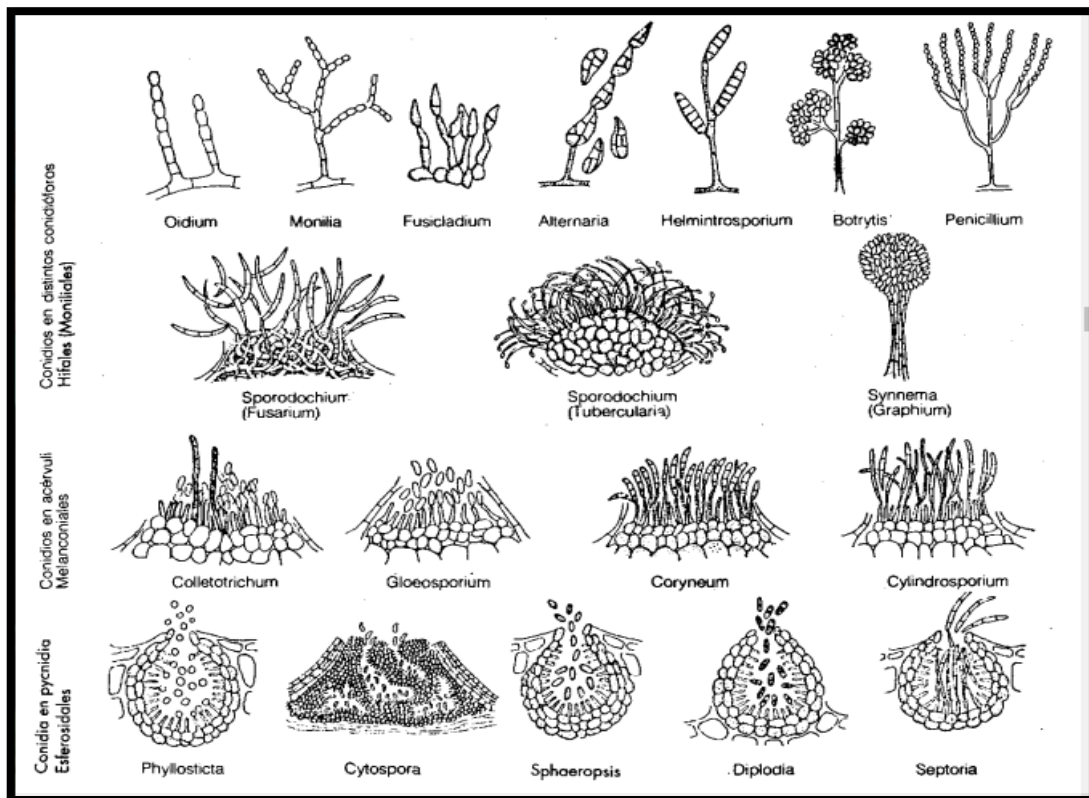


Figura 4 Tipos de Conidios y Conidióforos

FUENTE: (Agrios, 2006)

El hongo *Colletotrichum G.* es beneficiado por las elevadas temperaturas, en especial por la humedad. Sus conidios son esparcidos gracias a precipitaciones como la lluvia, el viento y animales. Al entrar en contacto con el hospedante sus síntomas no son tan notables a pesar que crecen con gran mancha. (Agrios, 2016)

Las colonias desarrolladas en agar papa dextrosa son de color grisáceo o gris oscuro. La colonia varia, ya que algunas presentan forma lisa, fieltro, otras como fieltro, algodonosa y otras forman anillos concéntricos. Los acérvulos son generalmente de color anaranjado y se presentan en grupos.

La Taxonomía del *Colletotrichum Gloeosporioides* es confusa ya que existen cerca de 900 especies asignadas a *Colletotrichum*, cuya caracterización se basó en sus características conidiales, setas, esclerocios y forma de apresorios.

Tabla N°4 Taxonomía de *Rhizoctonia Solani*

Estado Anamorfo	Estado Telemorfo
Reino: Eumycota	Reino: Fungí
Subdivisión: Deuteromycotina	Subdivisión: Ascomycotina
Clase: Deuteromycetes	Clase: Pyrenomycetos
Género: Colletotrichum	Orden: Sphaeriales
Orden: Melanconiales	Género: Glomerella

FUENTE:(Tovar Castaño 2008)

La especie de *R. solani* es la más trascendental del genero *Rhizoctonia sp.* Definida por Candolle (1815), pero originalmente fue descrita en 1858 por Julis Kuhn. (Tovar Castaño 2008).

El hongo *Rhizoctonia Solani* es un fitopatógeno, organismo propio del suelo causante de efectos nocivos en la planta afectando raíces, tallos, tubérculos, cornos y otros órganos que posee dando lugar al marchitamiento de plántulas jóvenes en diferentes cultivos, tal es el caso del maíz que ataca sus partes complejas desde la raíz hasta semillas (Tovar Castaño 2008)

Su estructura microscópica, específicamente el micelio es a base de hifas con células individuales poli nucleadas y conectadas por medio de un poro septal, facilitando la motricidad del citoplasma de una célula a otra célula mediante del mitocondrias y núcleos (Tovar Castaño 2008).

Macroscópicamente, la *Rhizoctonia Solani* posee características incoloras, de aspecto algodonosa y planas aunque varían dada la especie, a su vez podrían caracterizarse por ser cremosas o de color amarillo (Tovar Castaño 2008)

R. Solani está formado por micelio estéril incoloro durante su etapa juvenil, pero que cambia a un color café claro conforme va creciendo. El micelio se basa en largas células ramificadas con similitud a un ángulo recto a la hifa principal.

Se sabe que ésta especie es “colectiva” ya que consta aproximadamente de cuatro cepas, las cuales se diferencian entre si mediante la anastomosis (fusión de hifas en contacto) (Agris , 2016)

Las características para clasificar de manera taxonómica aislamientos de *R. solani* (Tovar Castaño 2008) podemos mencionar:

- Hifa pigmentada de color café.
- Ramificación próxima al septo distal en hifas vegetativas en etapa joven.
- Parentosomas o septo dolíporo
- Células multinuclear en hifa vegetativas

Causante de pérdidas en diversas partes del mundo de manera anual incluyendo malezas, la mayoría de hortalizas, plantas florales, cultivos. (Agrios 2016, p. 510) señala que los síntomas que genera varían según la etapa de crecimiento cuando está infectada y de las condiciones ambientales a la que está expuesta; entre los síntomas más frecuentes podemos mencionar:

- Ahogamiento de las plántulas, presente en suelos húmedos. Una vez ingresa a través de las plántulas emergiendo, ataca su tallo haciendo que este tenga un aspecto aguanoso, blando.
- Descomposición de la raíz y tallo.
- Cancrosis de plantas en su etapa de crecimiento y adultez. La coloración que presenta es café rojizo cubriendo en su totalidad al tallo y luego las hojas inferiores.
- Pudrición en algunos casos de órganos vegetales, así como manchas en el follaje.
- Pudrición en frutos y vainas, desarrollándose en climas húmedos y fríos formando una hendidura y luego colapsando.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación que se utilizará será básica porque su objetivo es proporcionar una solución a un determinado problema específico, orientándose en la búsqueda del conocimiento para su aplicación y entendimiento, fomentando un potencial para el desarrollo cultural y científico(Hernández S. et al., 2014).

El diseño de estudio se basa en un enfoque cualitativo de Teoría fundamentada, aborda de forma extensa y total la información que se usará en la indagación para la realización de la investigación, iniciándose en el planteamiento del problema. (Hernández S. et al., 2014) A su vez, se utilizará información de diversas fuentes cuyos autores emplearon diversas metodologías para realizar dichos aportes a la investigación.

3.2 Categorías, Subcategorías y matriz de categorización

Tabla N°5 Matriz de Categorización Apriorística

Objetivos específicos	Problemas específicos	Categoría	Subcategoría
Describir las características del hongo. <i>Trichoderma spp.</i>	¿Cuáles son las características del hongo <i>Trichoderma spp</i> y los fitopatógenos <i>Rhizoctonia solani</i> y <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> ?	Características del Hongo <i>Trichoderma spp.</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Biología • Características Microscópicas • Características Macroscópicas • Mecanismo de Biocontrol
Analizar los tipos del Hongo <i>Trichoderma spp</i> para la mejora de la eficiencia de un Control Biológico.	¿Cuáles son los principales tipos de hongos <i>Trichoderma spp</i> para la mejora de un eficiente Control Biológico?	Tipos de <i>Trichoderma spp</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>T. reesei</i> • <i>T. asperellum</i> • <i>T.harzianum</i> • <i>T.virens</i> • <i>T.atroviridae</i> • <i>T.Brevicompectum</i> • <i>T.viride</i>
Comparar los resultados obtenidos en las pruebas” in vivo” con los resultados obtenidos “in vitro” de la capacidad antagónica del hongo <i>Trichoderma spp.</i>	¿Cuáles son los resultados obtenidos al comparar las pruebas” in vivo” con los resultados obtenidos “in vitro” de la capacidad antagónica del hongo <i>Trichoderma spp</i> ?	Capacidad Antagónica	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Rhizoctonia solani</i> • <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>

En la **Tabla N°5**, denominada matriz apriorística, está dividida en 4 columnas, de las cuales se detalla los objetivos específicos así como los problemas específicos, respaldados con las categorías y subcategorías.

Respecto a las categorías indica las Características del Hongo *Trichoderma spp*, cuya subcategoría son la Biología, Características Microscópicas, Características Macroscópicas y Mecanismo de Biocontrol. A su vez se muestra una categoría de los Tipos de *Trichoderma spp*, y su subcategoría son los *T. reesei*, *T. asperellum*, *T.harzianum*, *T.virens*, *T.atroviridae*.

Para culminar se muestra la categoría de la Capacidad Antagónica del *Trichoderma spp*, y las subcategorías son los Hongos *Rhizoctonia solani* y el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* para confrontar los resultados derivados en las pruebas “in vivo” con los resultados obtenidos “in vitro” a los Hongos fitopatógenos.

3.3 Escenario de Estudio

El escenario se define como el sitio, lugar o contexto donde ocurren las investigaciones o experimentos a analizar. (Sánchez, Reyes y Mejía, 2018).

El proyecto de investigación presenta un diseño de revisión sistemática, una síntesis de varios trabajos de la comunidad científica a realizar, que se toma como escenario de estudio para los laboratorios utilizados, el sitio y el trabajo de campo donde los investigadores solían analizar y recolectar muestras para su estudio; los textos extraídos de artículos científicos y blogs son provenientes de portales web del mundo científico.

3.4 Participantes

Para esta investigación, se encontró información en las siguientes bases de datos los cuales fueron el soporte para el desarrollo del mismo, entre ellas podemos mencionar: ScienceDirect, SpringerLink, Scopus.

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Vásquez (2020) define al termino Técnica como un instrumento o medio que el investigador maneja para la recolección de información. Para poder seleccionar la técnica a emplear en indispensable la definición del problema, variables, las características de las unidades de análisis y recursos.

Según (Bernardo et al.,2019) el análisis documental es una fuente de recolección de datos, la cual está documentada y clasificada, proveniente de diversas fuentes como revistas, libros, periódicos, informes, artículos, etc.

La técnica e instrumento para esta investigación se basó en el análisis documental; desde nuestra posición como investigadores seleccionamos la información, verificando su veracidad y emitiendo una crítica (Bernardo et al., 2019).

En el **Anexos 1**, se visualizará la ficha de recolección de datos, compuesta por Título, nombre de la Revista Científica, año, país, DOI, palabras claves. A su vez, Características del Hongo *Trichoderma spp*, tipos y capacidad Antagónica en *Rhizoctonia S* y *Colletotrichum G*.

3.6 Procedimiento

El procedimiento se basó en la búsqueda de artículos científicos descritas en la **Figura 5** de fuentes confiables (ScienceDirect, Springer Link, Scopus y Scielo) mediante palabras claves o keywords como Capacidad Antagónica del hongo Trichoderma, Inhibición del Hongo Trichoderma como Biocontrolador. Posterior a ello, se seleccionaron los artículos los cuales en su predominio fueron en idioma inglés, teniendo en cuenta que éstos posean los lineamientos de investigación y el año de publicación (2016-2022) según la normativa que indica la Universidad; fue necesario la traducción de algunos para poder entender el tema de investigación. Una vez seleccionados los artículos se estudió y examinó cada uno que servirán de apoyo para la sustentación de esta investigación.

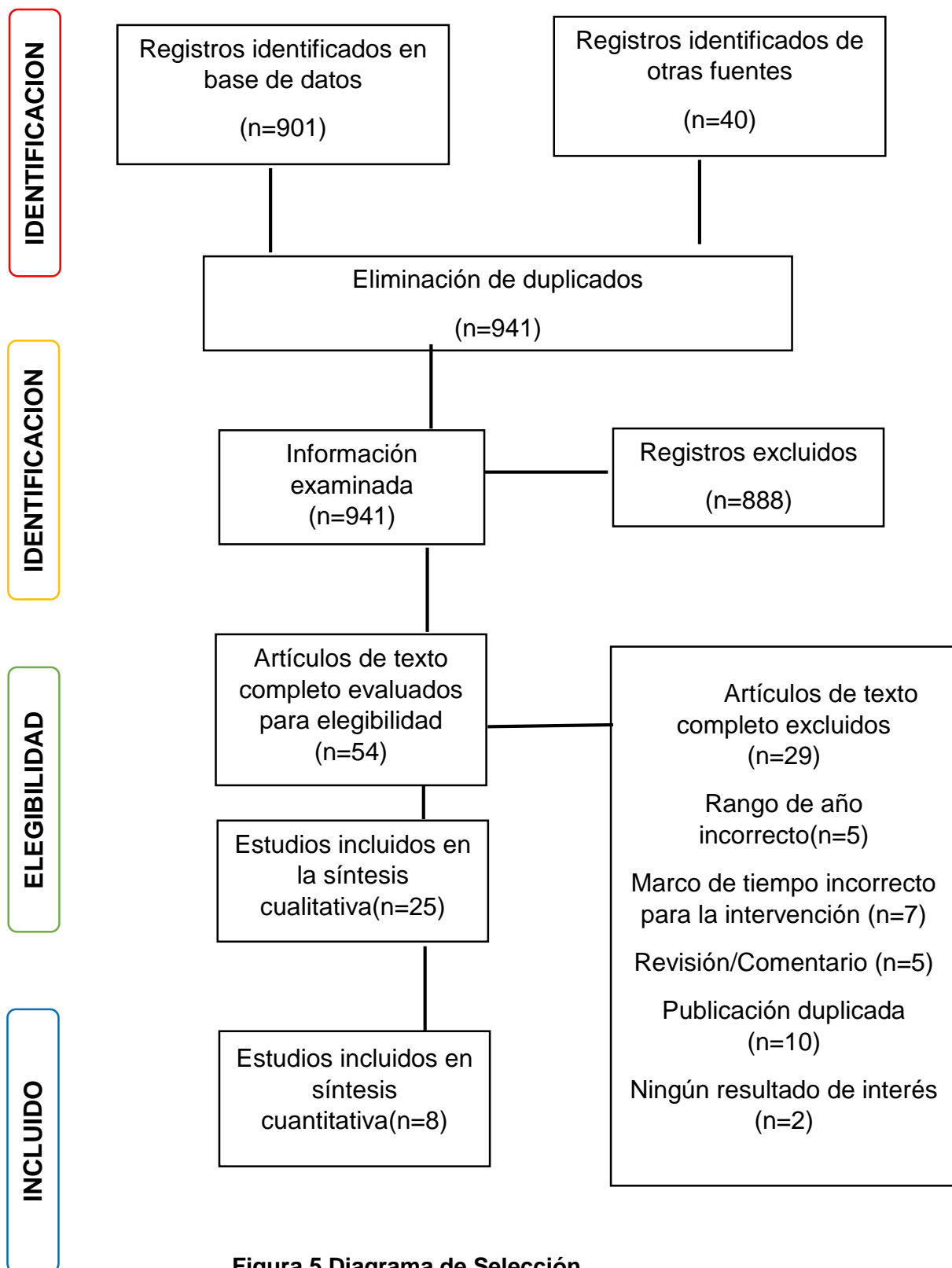


Figura 5 Diagrama de Selección

3.7 Rigor científico

Los artículos mencionados se basan en explicaciones de hipótesis sustentadas por cada autor, cuyas fuentes son revistas fiables, descriptivas, informativas y bajo total credibilidad.

Credibilidad: Se refiere a la validez de la investigación. La información recopilada es empírica, y relevante de acuerdo al planteamiento del problema. (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, Pilar Baptista Lucio 2014)

En el caso de este proyecto, los artículos son la fuente de credibilidad donde se ha demostrado la efectividad del Hongo *Trichoderma* como biocontrolador ante diversos Fitopatógeno según el hábitat donde se encuentre, permitiendo un antagonismo eficiente.

Transferencia: El investigador transfiere posibles soluciones a otro contexto o problema, ésta transferencia determina la semejanza entre el contenido investigado y otros siendo necesaria la variedad de resultados. (Hernández, 2014). En relación a la investigación realizada presenta una cierta similitud con otras investigaciones sobre los experimentos y metodologías aplicadas en relación a la efectividad del hongo *Trichoderma*.

Confirmación: Se basa en la confianza que genera el investigador al recolectar y analizar la información obtenida de sus fuentes, donde busca demostrar la veracidad de lo expuesto. (Hernández et al., 2014)

3.8 Método de análisis de datos

La información seleccionada, se estudiará bajo tres criterios: Tipos de Hongos *Trichoderma spp*, Características del hongo *Trichoderma spp* y Capacidad Antagónica. Cada uno de estos criterios mencionados se detallará en la Tabla de Categorización (**Tabla N°5**). El primer criterio, Tipos de Hongos *Trichoderma spp*, se determinará según la información obtenida de los artículos científicos. Se mencionará la tipología de hongos más efectivos como biocontroladores. Por consiguiente, en el segundo criterio se investigarán las Características del hongo *Trichoderma spp*.

Por último, el tercer criterio de Capacidad Antagónica, se identificará en relación a la información de artículos seleccionados detallándose su función sobre los hongos *Rhizoctonia solani* y *Colletotrichum gloeosporioides*.

3.9 Aspectos éticos

Los aspectos éticos que establece este proyecto de investigación se basa en resolución del consejo universitario N° 0126-2017-UCV el cual fue emitido el 23 de mayo de 2017 donde se consigna el Código de Ética de la Investigación de la Universidad César Vallejo (Política de anti plagio - Artículo 15).

Además de cumplir la normativa vigente que establece la Universidad Cesar Vallejo bajo la Resolución rectoral 0089-2019. Para terminar, es necesario mencionar que la información recolectada está bajo los lineamientos de citas y referencias haciendo uso riguroso del manual de Referencia estilo ISO-690-2 demostrando la veracidad del presente documento a través del programa Turnitin el cual describe la validez del trabajo presentado por los investigadores.

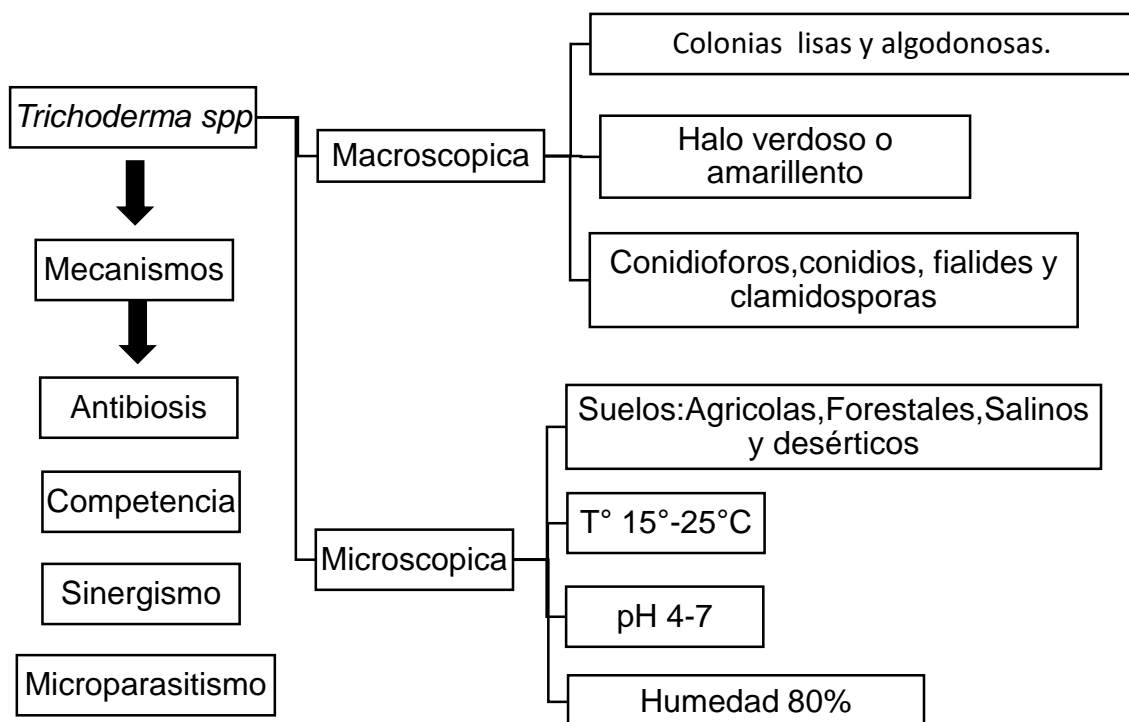
IV. RESULTADOS Y DISCUSION

La presente investigación exploró diversos estudios del antagonismo que ejerce el hongo *Trichoderma* ante los patógenos para fundamentar lo expuesto, teniendo en cuenta la información solo se consideraron a aquellos relevantes los cuales se clasificaron en categorías: Características del Hongo *Trichoderma* spp, Tipos de *Trichoderma* spp y Capacidad Antagónica.

Cabe señalar que las investigaciones se llevaron desarrollaron en países como Perú, Ecuador, Brasil, Colombia, Venezuela, España, México, Nicaragua, Cuba, Suecia Francia, Italia, Alemania, Inglaterra, Algeria, Egipto, Arabia, India y China.

Se ha demostrado que la diversidad del hongo *Trichoderma* son eficaces en el control de hongos cuyos beneficios se han utilizado con total éxito.(Jiang et al. 2016)

Figura 6 Características del Hongo *Trichoderma*



Fuente: [Sucaticona V\(2018\)](#), [Poalacin\(2015\)](#)

[Mukhopadhyay, Kumar \(2020\)](#) y [Boughalleb et al \(2018\)](#) señalan la influencia de las condiciones ambientales tales parámetros bióticos y abióticos para potencializar la efectividad de *Trichoderma* spp.

Las investigaciones acerca de *Trichoderma spp* en relación a sus características Mukhopadhyay, Kumar (2020) señalan que los mecanismos de esta especie, como es el caso del Micoparasitismo el cual inicia por las hifas quienes penetran las células del huésped gracias a las enzimas y termina con la pérdida citoplasmática de la célula que hospeda, evidencia que depende más del aislamiento de las cepas que de las especies su actividad antagónica; otro aspecto es el caso de la competencia por el sustrato (Chiriboga,2015) por parte del *Trichoderma* quien delimita la proliferación del hongo patógeno.

La aplicación de *Trichoderma spp* a la superficie posee variedad de beneficios, pero hay que resaltar que se debe de estudiar minuciosamente las enfermedades a las que se están expuestas, para identificar así al tipo de especie a la que se enfrenta lo cual permitirá obtener resultados precisos, debido a que éste antagonista se caracteriza por su tolerancia a diferentes condiciones ambientales, hábitats y otras especies siendo éstos factores de apoyo para que un microorganismos se desarrolle y reproduzca ejerciendo su efecto de inhibición.

En la siguiente **Tabla N°6** se describe los tipos de hongos *Trichoderma spp* donde se señala la especie empleada, así como su enzima, sustrato y una descripción de su utilidad u aporte según el autor.

En dichas especies en términos generales tenemos a Chavarría Sánchez (2016) quien realizó un control biológico *in vitro* en cultivo dual a través de la evaluación y caracterización de 8 aislamientos de *Trichoderma spp* mediante dilución seriada y siembra en PDA frente a patógenos causantes de mal del talluelo *Fusarium spp*. La germinación de *Trichoderma* fue de un 95% y 100% en 72 horas, luego de 48 h a 60 h en PDA su crecimiento fue de 33mm y 24 nm. En conclusión, se denotó que el micelio de los aislados *Trichoderma* sobrecreció al de *Fusarium* en un 100%, con incidencia de 1.28% y 1.35% frente al patógeno.

Trichoderma. reesei es una especie muy utilizada an el ámbito industrial para la producción de enzimas debido a la degradación que genera en la celulosa (Hernández 2019).

Trichoderma. asperellum su aporte se basa en el desarrollo sostenible de un proceso biotecnológico como es en el caso ante el hongo *Fusarium* (Filizola et al.

2019), además de ser eficaz ante plagas de insectos como larvas del supergusano *Zophobas morio* (Sebumpan et al. 2022).

Herrera et al., (2020) aplicó la técnica *in vitro* aplicando el Hongo *Trichoderma asperellum* mediante formulaciones granuladas y formulaciones líquidas, es decir, aceites minerales o vegetales cumpliendo el rol de proteger las esporas de la radiación UV, con una viabilidad de 43% (mineral) y 56%(vegetal) en comparación del control con un 12%. En condiciones de invernadero sobre las plántulas de maíz redujeron un 72% (mineral) y 59% (vegetal). Formulación granular con preparación de germen de maíz y esporas de *T.asperellum* redujo un 73% a la planta infectada, donde la manchas necróticas se redujeron de al 93%.

Filizola et al. (2019) realizó estudio de cepas *in vitro* de *Trichoderma Asperellum* provenientes de sedimentos de manglares (Perú) mediante el control biológico utilizando cepas de *Fusarium*. La evaluación se realizó a las 48 a través de la prueba de Tukey. Para las pruebas se aplicó la técnica dual y partición frente a cepas de *Fusarium*. . Las placas se mantuvieron a una temperatura de 25 °C con un fotoperíodo de 12 h durante 6 días. Después de este período, se verificó el crecimiento de colonias de cepas de *Fusarium* Las pruebas presentaron un promedio de 0,1207 c m h⁻¹ para el hongo antagonista con una base menor de 0.031 m h⁻¹ para el patógeno

La *Trichoderma* utilizada para generar resistencia contra la marchitez bacteriana en un tomate fue evaluada en estudio de campo e invernadero. En los estudios de laboratorio se mostró un vigor de 1593 con *T.asperellum* sobre el control, en condiciones de invernadero varió de 39% a 43%. En conclusión se indicó los beneficios potenciales del uso de este hongo (Konappa et al. 2020).

Sebumpan et al. (2022) Realizó una investigación en base al *Trichoderma asperellum* antes plagas de insectos *Zophobas morio*, mediante un aislamiento de muestras tomadas en una granja de Pitahaya (Filipinas) y se cebaron a través de la técnica de cebo de insectos. Los resultados demostraron que el día 12, el 88% murieron durante la suspensión del Antagónico.

Trichoderma. Harzianum antagonista natural con una gama amplia de hospedante albergando hongos y oomicetos fitopatógenos (Medina

2016).,representando una fuente potencial de nuevos fungicidas biológicos especialmente contra la cepa *Fusarium Verticillioides* resistente a *Carbendazim* evitando así los efectos secundarios de los fungicidas químicos (Yassin et al. 2021).

Yassin et al.(2021) llevó a cabo una inhibición utilizando *Trichoderma viride* y *T.harzianum* frente a *Sorghum bicolor* “*in vitro*” con el ensayo de cultivo dual. Los resultados fueron a favor del *T.harzianum* con una supresión al patógeno de hasta el 71,39% del crecimiento del micelio, mientras que *T.viride* fue eficiente con un 71,8% respectivamente. .

Trichoderma. virens poseedores de hidrolasas (Chet, Herrera 2003), capaces de producir Gliovirina (Benítez et al. (2004).

T.viride frente a *F. proliferatum* y *F. verticillioides* presentó inhibición micelial de 80,17% y 70,46%; mientras que *T. harzianum* exhibió un 68,38% y 60,64%. Los filtrados por parte de ambos Hongos *Trichoderma (viride y harzianum)* frente *F. verticillioides* se mostró tasas de supresión del 56% y 32%, y por parte a *F. proliferatum* una inhibición del micelio fueron de 44,09% y 23%. Los extractos de las cepas de *Trichoderma* mostraron mayor rango antifúngicos a las cepas de *Fusarium* registrando concentraciones de 0.25 y 0.50 mg/ml. Los constituyentes bioactivos de extractos para cepas de *Trichoderma* fueron el ácido palmítico (22,87%) y el ácido acético (21,36%).(Yassin et al. 2021)

Yin et al. (2020) En busca de un potencial herbicida natural descubrió que el hongo *Trichoderma brevicompactum* producía *harzianum A y B*. En ensayos de fitotoxicidad especies de dicotiledóneas *Brassica chinensis*, los *harzianum* ejercieron una reducción de la longitud de brotes y raíces a 2 yg así como también en la germinación de semillas. En relación con un herbicida común, el *harzianum A y B* en ensayo de maceta fueron eficientes en condiciones de pos emergencia que en Pre emergencia. Por ello el *Harzianum A y B* tienen gran potencial como herbicida para controlar malezas dicotiledóneas y monocotiledóneas en bajas concentraciones.

Por último tenemos a *T. Atroviride* quien representa una fuente de producción capaces de degradar los sustratos lignocelulósicos (Hernández 2019).

Tabla N°6 Tipos de *Trichoderma spp*

Cepa de <i>Trichoderma</i>	Enzima	Sustrato	Fuente
<i>T. reesei</i>	Celulasas Hemicelulasas Xilanasas	Medio mineral Paja y rastrojo de arroz	<u>Hernández et al.(2019)</u>
<i>T. Asperellum</i>	Glucanasas Quitinasas Hemicelulosas	Almidón, Pared celular de <i>Rhizoctonia</i> (PCRS), Quitina coloidal, Frutos secos	Filizola et al. (2019). Sebumpan et al. (2022) <u>Herrera et al.(2020)</u> <u>Konappa et al. (2020)</u>
<i>T. Harzianum</i>	Quitinasas Celulasa	Medio mineral, Arroz y Soja	Medina (2016) (Sucaticona V. 2018) Yassin et al. (2021).
<i>T. Virens</i>	Hidrolasas	-----	Chet, Herrera (2003) Benítez et al. (2004)
<i>T. viride</i>	Xilanasas Pectinasas Celulasas	Piel de cebolla, Trigo Arroz pulido, Harina de soja, girasol y Bagazo de caña de azúcar.	<u>Yassin et al. (2021)</u> <u>(Sucaticona V., 2018)</u>
<i>T. Atroviride</i>	-----	-----	<u>Hernández et al. (2019).</u>
<i>T. Brevicompactum</i>	Xilanasas Celulasas	Maíz, Soja, Trigo.	<u>Yin et al. (2020)</u>

Un aporte realizado como iniciativa del Ministerio de Agricultura y riego fue el empleo de *Trichoderma Viride* el cual se utilizó como medida de control para afrontar la pudrición de Palto, capacitando así a un grupo de productores en la región de Huancavelica (SENASA, 2019).

Los resultados en relación a las especies de *Trichoderma spp* gracias a su variabilidad los constituyen un reserva de muchas posibilidades de biocontrol ya sea bajo diferentes formas de cultivo y producción (Chiriboga et al., 2015) dando lugar a su desarrollo microscópico y macroscópico. Por otro lado la producción

de enzimas como proteasas, quitinasas, glucanas y celulasas relacionadas durante la Antibiosis y Micoparasitismo quienes degradan la pared celular del patógeno y su reproducción en diferentes sustratos facilita su aplicación masiva en el sector agrario (Chiriboga et al., 2015)

A pesar que existe muchas especies del genero *Trichoderma* se señala que las especies más utilizadas en el area de investigación tenemos a *T. Harzianum* y *T. viride*, siendo la más estudiada la primera en mención (Sucaticona V., 2018).

Boughalleb et al. (2018) manifiesta que gran cantidad de microorganismos antagonistas son activos tanto in vitro como in vivo. En relación a la capacidad antagonica del hongo *Trichoderma spp* en “in vivo” e “in vitro” ante el fitopatógeno *Rhizoctonia solani* (**Tabla N°7**) y *Colletotrichum gloeosporioides* (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) se determina la metodología aplicada en las siguientes tablas para demostrar la efectividad del antagonico y su inhibición basándose en la información seleccionada.

Tabla N°7 Capacidad Antagónica de *Trichoderma spp* frente *R. Solani*

Autor	Cepas	Patógeno	Descripción
(Gajera et al. 2020)	<i>T.koningii</i> <i>T.viride</i> <i>T.harzianum</i> <i>T.virens</i> <i>T.hamantum</i>	<i>R. solani</i>	<i>In vitro</i> del fitopatógeno <i>R. solani</i> contra los antagonistas <i>Trichoderma</i> se examinó en cultivo dual. El disco de micelio (5 mm de diámetro) del fitopatógeno <i>R. solani</i> y <i>Trichoderma</i> se colocó en las mismas placas de Petri a una distancia única del borde a una temperatura de 25°C examinándose a 10 días posteriores Se demostró que <i>T.viride</i> disminuyó en un 85,34 % el crecimiento de <i>R. solani</i> . <i>T.harzianum</i> y <i>Tvirens</i> exhibieron 70,28% y 46,62% de retención al crecimiento del patógeno fúngico La actividad antagonista débil fue reportada por <i>T.viri</i> (15,18%)
<u>(Herrera,et al.,2020)</u>	<i>Trichoderma . Asperellum</i>	<i>R. solani</i>	<i>In vitro</i> se evaluó determinando el número de plantas infectadas y el tamaño de la mancha necrótica en las hojas de maíz El porcentaje de plantas infectadas disminuyó entre un 19% a 29% respectivamente. El número de plantas infectadas se redujo en un 72 % en formulaciones de aceite (MOT), 59 % (VOT) y 73 % gránulos GTR).las cuales sugiere que estas formulaciones podrían incluirse en las estrategias de control de plagas agrícolas
(Garrido, Vilela 2019)	<i>Trichoderma harzianum</i>	<i>R. solani</i>	<i>In vitro</i> el mecanismo de Micoparasitismo se presentó un enrollamiento y penetración de las hifas luego de 72 horas. Posterior a 120 horas se presentó una colonización total. Se presenció producción de conidias con un 29,53% requerido en la trasmisión y diseminación de estos antagonistas.
(Infante Martínez, Martínez Coca 2019)	<i>T. asperellum</i>	<i>R. solani</i>	<i>In vitro</i> El antagonismo se determinó evaluando el mecanismo de espacio y el mecanismo de micoparasitismo en cultivo dual. Se destacaron con más de 75 % de parasitismo. El <i>Trichoderma spp.</i> manifestó inhibición a las 96 h, colonizando el área ocupada por el patógeno

Autor	Cepas	Patógeno	Descripción
(Chauca,2018)	<i>Trichoderma spp</i>	<i>R. solani</i>	<p><i>In vitro</i> se aislaron tres cepas de <i>Trichoderma</i>. Los resultados mostraron un 55% de incremento micelial y antagonismo de tipo físico, mientras que otro resultado arrojó un 45% de IM y un antagonismo físico químico, no presentó una IM considerable y el antagonismo fue de tipo químico.</p> <p><i>In vivo</i> en las plantas se evidenció una baja incidencia de la enfermedad, inducción de crecimiento de la parte aérea y radicular, incremento de peso seco y fresco con respecto a los tratamientos inoculados por separado con <i>R. solani</i> y el testigo.</p>
(Tovar Castaño 2008)	<i>Trichoderma spp</i>	<i>R. solani</i>	<p><i>In vivo</i> se realizó 6 aislamientos con la técnica de cultivo dual, las cuales fueron expuestas al patógeno <i>Rhizoctonia S</i> por 5 min y luego colocadas en unos materos con mezcla de cascarilla (turba). Transcurridos las 48h se aplicó al suelo el aislamiento de <i>Trichoderma spp</i>, tomándose registros de la longitud de la planta, medida de raíz, peso, contabilización de hojas, color y aspecto de la planta.</p> <p><i>in vitro</i> se aplicó por triplicado, con un análisis de varianza por la prueba de Tukey para ambos análisis, es decir tanto “<i>in vivo</i>” como “<i>in vitro</i>”. El resultado confirma que la aplicación de cultivos enfrentados es importante, pero no asegura un eficiente resultado en invernadero, donde 5 de los 6 aislamientos en esquejes ejercen acción antagonista frente <i>R. solani</i></p>

Tabla N°8 Capacidad Antagónica de *Trichoderma* spp ante *Colletotrichum* G

Autor	Cepas	Patógeno	Descripción
<u>Gómez et al.(2022)</u>	<i>T.harzianum</i>	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	In vitro de ejecutó un aislamiento de <i>Trichoderma</i> spp. Las mediciones diarias respecto al micelio del patógeno se realizaron para obtener el PIC, a la semana se determinó el número de conidios/cc para calcular PIE. El diseño fue al azar con seis repeticiones por tratamiento obteniéndose un PIC de 64.09.
Infante M., Martínez C. (2020)	<i>Trichoderma asperellum</i>	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	<i>In vitro</i> mediante la metodología de cultivo dual se realizó la antibiosis a las 48 h posterior al contacto entre ambos y la competencia espacial con más de 80 % de inhibición del crecimiento de los patógenos.
Sanabria Velázquez (2020)	<i>Trichoderma</i> spp	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	<i>In vitro</i> se enfocaron en el crecimiento, su posición micelial y la inhibición, empleándose la técnica de cultivo pareado, con un registro que abarca valores de 50,00 hasta 74,44% de antagonismo.
<u>González,(2020)</u>	<i>Trichoderma Atroviride</i>	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	<i>In vitro</i> Los ensayos de cultivos duales, la confrontación por compuestos volátiles y antibiosis utilizando el AEM, PDA y medio mínimo Vogel. Encontrándose la mayor inhibición mediante la reproducción de metabolitos volátiles con un 92.8% en MMV.
Ayón et al.(2020)	<i>Trichoderma longibrachiatum</i>	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	<i>In vitro</i> <i>Trichoderma longibrachiatum</i> incubadas a 28° C por 10 días se mostró el mayor PICR en una máquina de Precisión Scientific (Modelo 31534) sin la intervención de luz y midiéndose el desarrollo radial del patógeno cada día con un vernier digital KNOVA® llenándose así la caja de Petri.
Maldonado,(2019)	<i>Trichoderma</i> spp	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	<i>In vitro</i> las pruebas llevadas a cabo de los metabolitos obtenidos con Acetato de Etilo arrojaron un ligero efecto de inhibición. El análisis microscópico se comprobó que se compromete la viabilidad del patógeno, ya que se determinó una baja producción de biomasa (esporas y micelio)

Crislei et al. (2018)	<i>Trichoderma spp</i>	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	Los datos sometidos al análisis de varianza y comparación de medios con un diseño al azar de 10 tratamientos y 15 repeticiones. Las confrontaciones de <i>Trichoderma spp</i> . Inhibió el esparcimiento micelial del hongo patógeno.
-----------------------	------------------------	---------------------------------------	---

La **Tabla N°7** y la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** demuestran que las investigaciones realizadas en relación a la eficiencia del Hongo *Trichoderma spp* como biocontrolador es notoria, tanto *in vitro* como *in vivo* y ha sido analizado minuciosamente por diversos investigadores (Tovar Castaño 2008) mediante la técnica de Cultivo dual frente a los patógenos *Colletotrichum gloeosporioides* y *R. solani*, resaltando la aplicación *in vitro* en las diversas investigaciones. Los resultados siempre se han mostrado a favor reafirmando su efectividad, es por ello que se mencionará de manera cronológica algunos de los aportes realizados donde describiremos los aspectos más resaltantes de cada uno en relación a la actividad antagónica. Se corroboró la variabilidad y la especificidad del hongo *Trichoderma*, demostrando que el hongo antagonista es selectivo, ya que al ser atacada por un fitopatógeno su efectividad no siempre supera un porcentaje elevado a comparación de otras especies difiriendo en su efectividad como biocontrolador, tal como se evidencio en la utilización de cepas del antagonico *in vitro* como *Trichoderma. Asperellum* ante el *R. solani* (Herrera et al., 2020) presentando una inhibición de 75% aproximadamente ,

La cepa de *Trichoderma harzianum* ante el fitopatógeno *R. solani* (Gajera et al. 2020) abarca un antagonismo de 71% mientras tanto en otro enfrentamiento se constató un incremento en la producción de conidias que consta de 29,53% vital en la trasmisión y esparción de estos hongos nocivos presentes en el suelo.(Garrido, Vilela 2019).

Garrido y Vilela (2019) en su investigación se realizada "*in vitro*" teniendo como patógeno al *Rhizoctonia S.* frente al *T.harzianum*, las cuales fueron aisladas de diferentes campos, su desarrollo se dio a las 48h y 72 horas a través del cultivo dual en placas Petri con un radio de 9 cm, contenidos en PDA, colocando a cada hongo al extremo de la misma con 5mm de diámetro. Su acción mico parasitaria tuvo mayor efecto en el patógeno. El resultado demostró el enrollamiento de hifas, mostrando así un mayor desarrollo micelial, con una colonización total alas 120h.

Los cambios en las estructuras del fitopatógeno son muy notables gracias a la capacidad de los metabolitos y la hidrolización de enzimas, las cuales ablandan

las paredes del patógeno con un porcentaje de 45%.inhibición (Chauca Chávez, 2018).

Reyes et al. (2008). El control biológico se llevó a cabo entre *Trichoderma spp* y *Rhizoctonia S* en condiciones semicontroladas *in vitro*. El cultivo se realizó de forma dual luego se evidencio los mecanismos de competencia, Micoparasitismo y antibiosis. El PICR se calculó después 96 horas. Los resultados mostraron una eficiencia al 100% con diferente interacción de hifas: enrollamiento, penetración, lisis y vacuolización.

Tovar Castaño (2008) realizó la prueba “*in vivo*” en condiciones de invernadero aislando 6 cepas *Trichoderma* utilizando esquejes enraizados de clavel, las cuales fueron expuestas al patógeno *Rhizoctonia S* por 5 min y luego colocadas en recipientes con mezcla de cascarilla (turba). Transcurridos las 48h se aplicó al suelo el aislamiento de *Trichoderma spp*, tomándose registros de la longitud de la planta así como de la raíz, peso, numero de hojas, color y aspecto de la planta.

Chet, Herrera (2003) en su trabajo de investigación “*in vitro*” del hongo *Trichoderma spp* ante el hongo *Rhizoctonia solani* se presenció que los genes codificaban las enzimas para degradar la pared celular, es decir las hifas del patógeno perforaban las paredes. Se demostró que una lectina del patógeno *R. solani* se relaciona a los restos de galactosa y fucosa aglutina de conidios de *T.harzianum* pero a las dos cepas que no poseen el parásito la aglutina no se une a ellas.

Detallando de manera cronológica con respecto al antagonismo frente al *Colletotrichum gloeosporioides* Gómez et al. (2022) en esta reciente investigación de aplicación “*in vitro*” de 6 repeticiones de *Trichoderma spp* en cultivos duales, nos manifiesta las mediciones diarias del crecimiento del micelio donde luego después de una semana se precisó el número de conidios. El PIC fue de 64,09%, con un PIE de aproximadamente 97,83%.

En algunas de las investigaciones realizadas por *Trichoderma spp* fue responsable del 75% de inhibición ante el *Colletotrichum gloeosporioides* (Sanabria Velázquez 2020), sin embargo su eficiencia alcanza hasta el 95% de antagonismo. (Infante M., Martínez C. 2020)

Ayón et al. (2020) en su estudio *in vivo* de 3 especies patológicas, la cepa de *Trichoderma* una inhibición variada, donde *Trichoderma longibrachiatum* un PICR de 61% aproximadamente con un cálculo de 7 días de crecimiento. González (2020) realizó una investigación *in vitro* mediante la utilización de la cepa de *Trichoderma atroviride* contra varios patógenos bajo criterios de confrontación, inhibición y antibiosis mediante la utilización de AEM, PDA y MMV. Los resultados arrojaron una mayor incidencia ante el *Colletotrichum gloeosporioides* con 93% en MMV.

Crislej et al. (2018) La evaluación *in vitro* se realizó en 10 muestras pero a partir del 4 día de evaluación los porcentajes de inhibición presentan cantidades que oscilan entre 13% a 47 %

Por lo tanto comparando los resultados en relación a la inhibición de cada investigación se deduce la capacidad de antagonismo por parte del Hongo *Trichoderma* hacia los patógenos *Colletotrichum gloeosporioides* y *R. solani*.

La búsqueda de un potencial natural dio pase al descubrimiento al hongo *Trichoderma spp* quien ejerce un efecto significativo de control biológico, gracias a sus características de inhibición. (Chiriboga et al., 2015) ; (Chet, Herrera 2003) manifestaron la capacidad del antagónico para tomar los nutrientes de los patógenos, competir contra ellos y degradarlos Por lo tanto. los argumentos expuestos nos permiten sostener que el antagonismo entre especies patógenas está sujeta de la acción del mismo antagónico y sus propiedades para contrarrestar los efectos de proliferación producidos por otros microorganismo u plagas.

V. CONCLUSIONES

- La presente investigación según las fuentes de información recolectadas se determinó que la Capacidad Antagónica del Hongo *Trichoderma spp* resulta ser muy eficiente para contrarrestar los efectos nocivos que generan los Hongos Patógenos *Colletotrichum gloeosporioides* y *R. solani* en el sector agrícola , tal como señalaba Chet, & Herrera (2003) que la utilización del *Trichoderma* representa una alternativa viable para suplantar a los agentes químicos, dando lugar así a un metodología sostenible de Biocontrol.
- Se ha detectado un gran número de hongos, pero el estudio complejo de cada especie permitirá un campo de posibilidades para producir alternativas viables de producción de biocontroladores a base de éstos microorganismos reafirmando lo expuesto por el autor Chet & Herrera (2003) en sus investigaciones.
- En relación a la comparación de enfrentamientos del Hongo *Trichoderma spp* in vitro como in vivo ante patógenos *Colletotrichum gloeosporioides* y *R. solani* se muestra un gran potencial de antagonismo, donde los porcentajes abarcan hasta un 95% de inhibición coincidiendo con los autores Gómez et al.(2022) ,Ayón et al. (2020) y González et al.(2020), constituyendo el estudio in vitro el modo de acción la base de mayor actividad y estabilidad en los resultados de campo.
- Se espera que ésta revisión ayude a comprender la optimización y regulación del control biológico de plagas, ya que resulta ser aplicable a nivel internacional independiente al area de estudio y utilidad.

VI. RECOMENDACIONES

- Existen actualmente muchas empresas dedicadas a la producción del hongo *Trichoderma spp*, por conocimiento especializado se requiere un alto costo de inversión, tiempo y conocimiento para su elaboración, el apoyo de diversas entidades como el Ministerio del Ambiente podrían facilitar su distribución en zonas alejadas dedicadas al sector agrario y promover así su utilización y práctica viable para una metodología sostenible.
- Identificar a la especie *Trichoderma spp* debe ser una etapa minuciosa y más cuando su extracción es “in situ” ya que por lo general se encuentran asociadas a las plantas, específicamente en las raíces
- La aplicación del Hongo *Trichoderma spp* depende de las condiciones climáticas para su uso exitoso, pero es recomendable que sea empleado “in vivo” de manera directa cuando hay humedad en el suelo.
- A nivel de estructura microscópica la especie *Trichoderma spp* sus colonias presentan un desarrollo óptimo para su caracterización el día 4.
- La existencia de referencias en relación a la acción de biocontrol de las especies *Trichoderma spp*, es abundante, sin embargo un aspecto relevante y de vital importancia que debe considerarse durante la práctica es la selección idónea del agente de control antes de su utilización en condiciones de campo.

REFERENCIAS

1. AGRIOS, George N, 2016. *Fitopatología*. en línea. Mexico, D.F.: Limusa. ISBN 978-968-18-5184-2. Recuperado a partir de: <http://biblioteca.utsem-morelos.edu.mx/files/asp/biologia/FITOPATOLOGIA%20-%20George%20N-Agrios.pdf>
2. ALFIKY, Alsayed, 2019. Effects of ultraviolet irradiation on the in vitro antagonistic potential of *Trichoderma* spp. against soil-borne fungal pathogens. *Heliyon*. julio 2019. Vol. 5, no. 7, pp. e02111. DOI 10.1016/j.heliyon.2019.e02111.
3. AYÓN, Carlos Bryan Cambero, ESQUIVEL, Gregorio Luna, VELASCO, Claudio Rios, VIRGEN, Orlando Estrada, ARANGURÉ, Antonio Betancourt y CAMPOS, Octavio Jhonathan Cambero, 2020. Evaluación in vitro de antagonistas contra patógenos de fruto de guanábana (*Annona muricata*L.) en Nayarit, México. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 2020. Vol. 42, no. 2, pp. e-147. DOI 10.1590/0100-29452020147.
4. BENITEZ, Tahia, ANA, Ana, CODÓN, Antonio y LIMÓN, Carmen, 2004. Mecanismos de biocontrol de cepas de *Trichoderma*. *Microbiology International*. 09 2004. Vol. 7, no. 4, pp. 12.
5. BERNARDO, Carlos, CARBAJAL, Yvana y CONTRERAS, 2019. *Metodología de la investigación. Manual del estudiante*. en línea. Lima. Recuperado a partir de: <https://docplayer.es/134732351-Metodologia-de-la-investigacion-manual-del-estudiante.html>
6. BOUGHALLEB-M'HAMDI, Naima, SALEM, Ibtissem Ben y M'HAMDI, Mahmoud, 2018. Evaluation of the efficiency of *Trichoderma*, *Penicillium*, and *Aspergillus* species as biological control agents against four soil-borne fungi of melon and watermelon. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*. diciembre 2018. Vol. 28, no. 1, pp. 25. DOI 10.1186/s41938-017-0010-3.
7. CAYOTOPA-TORRES, José, ARÉVALO-LÓPEZ, Luis, PICHIS-GARCÍA, Roger, OLIVERA-CAYOTOPA, Delmar, RIMACHI-VALLE, Marilyn y MÁRQUEZ-DÁVILA, Kadir, 2021. New cadmium bioremediation agents: *Trichoderma* species native to the rhizosphere of cacao trees. *Scientia Agropecuaria*. 29 abril 2021. Vol. 24, no. 2, pp. 155-160. DOI 10.17268/sci.agropecu.2021.017.
8. CHAUCA CHÁVEZ, ESTEFANÍA CAROLINA, 2018. "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTAGÓNICA DE *Trichoderma* spp. FRENTE AL HONGO *Rhizoctonia solani* EN *Allium cepa* L (CEBOLLA ROJA)". en línea. Ecuador: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO. Recuperado a partir de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8939/1/236T0338.PDF>

9. CHAVARRÍA SÁNCHEZ, María, 2016. *Evaluación de aislados nativos de Trichoderma spp para el manejo de hongos causantes de mal del talluelo en tomate (Solanum lycopersicom L.)*. en línea. Nicaragua: Universidad Nacional Agraria. Recuperado a partir de: <https://repositorio.una.edu.ni/3496/1/tnh20ch512e.pdf>PDF
10. CHET, I y HERRERA, Estrella, 2003. The Biological Control Agent Trichoderma From Fundamentals To Applications. En: ARORA, Dilip, BRIDGE, Paul y BHATNAGAR, Deepak (eds.), *Fungal Biotechnology in Agricultural, Food, and Environmental Applications*. en línea. CRC Press. Mycology. [Accedido 11 julio 2022]. ISBN 978-0-8247-4770-1.
11. CHIRIBOGA P., Hernan, GÓMEZ B., Graciela y GÁRCES E., Karla, 2015. Protocolos para formulación y aplicación del bio-insumo Trichoderma spp. para el control biológico de enfermedades. . 2015. Vol. 1, pp. 28.
12. CHOUDHARY, Anam y ASHRAF, Shabbir, 2019. Utilizing the combined antifungal potential of Trichoderma spp. and organic amendments against dry root rot of mungbean. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*. diciembre 2019. Vol. 29, no. 1, pp. 83. DOI 10.1186/s41938-019-0187-8.
13. CONTE, Elaine Damiani, DAL MAGRO, Taísa, CARLOS DAL BEM, Luís, CLAUDIO DALMINA, João, ANDOLFATO MATTÉ, Jhullia, OSMAR SCHENKEL, Vilson y SCHWAMBACH, Joséli, 2022. Use of Trichoderma spp. in no-tillage system: Effect on soil and soybean crop. *Biological Control*. agosto 2022. Vol. 171, pp. 104941. DOI 10.1016/j.biocontrol.2022.104941.
14. CRISLEI, Alves, GARCIA, David, DILANIA, Matos y PERES, Walmor, 201d. C. Biocontrol de Colletotrichum gloeosporioides por aislados de Trichoderma. . 1 julio 201d. C. Vol. 13, no. 1, pp. 7. PDF
15. FANELLI, Francesca, LIUZZI, Vania Cosma, LOGRIECO, Antonio Francesco y ALTOMARE, Claudio, 2018. Genomic characterization of Trichoderma atrobrunneum (T. harzianum species complex) ITEM 908: insight into the genetic endowment of a multi-target biocontrol strain. *BMC Genomics*. diciembre 2018. Vol. 19, no. 1, pp. 662. DOI 10.1186/s12864-018-5049-3.
16. FILIZOLA, Patrícia Rego Barros, LUNA, Marcos Antônio Cavalcanti, DE SOUZA, Adriana Ferreira, COELHO, Iwanne Lima, LARANJEIRA, Delson y CAMPOS-TAKAKI, Galba Maria, 2019. Biodiversity and phylogeny of novel Trichoderma isolates from mangrove sediments and potential of biocontrol against Fusarium strains. *Microbial Cell Factories*. diciembre 2019. Vol. 18, no. 1, pp. 89. DOI 10.1186/s12934-019-1108-y.
17. FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA (CHILE), 2008. *Resultados y lecciones en biocontrol de enfermedades fungosas con Trichoderma: proyecto de Innovación en Regiones de O'Higgins y del Maule*. en línea. Chile: Fundaci??n para la Innovaci??n Agraria, Ministerio de Agricultura. ISBN 978-956-328-077-7. Recuperado a partir de:

https://bibliotecadigital.fia.cl/bitstream/handle/20.500.11944/2075/62_Libro_Trichoderma.pdf?sequence=1&isAllowed=y

18. GAJERA, H.P., HIRPARA, Darshna G., SAVALIYA, Disha D. y GOLAKIYA, B.A., 2020. Extracellular metabolomics of Trichoderma biocontroller for antifungal action to restrain Rhizoctonia solani Kuhn in cotton. *Physiological and Molecular Plant Pathology*. diciembre 2020. Vol. 112, pp. 101547. DOI 10.1016/j.pmp.2020.101547.
19. GARRIDO, Miguel y VILELA, Nasstie, 2019a. Antagonistic capacity of Trichoderma harzianum compared to Rhizotecnia, Nakataea sigmoidea, Sclerotium rolfsii and its effect in native strains of Trichoderma isolated from rice crops. *Scientia Agropecuaria*. 28 junio 2019. Vol. 10, no. 2, pp. 199-206. DOI 10.17268/sci.agropecu.2019.02.05.
20. GARRIDO, Miguel y VILELA, Nasstie, 2019b. Antagonistic capacity of Trichoderma harzianum compared to Rhizotecnia, Nakataea sigmoidea, Sclerotium rolfsii and its effect in native strains of Trichoderma isolated from rice crops. *Scientia Agropecuaria*. 28 junio 2019. Vol. 10, no. 2, pp. 199-206. DOI 10.17268/sci.agropecu.2019.02.05.
21. GÓMEZ ROBERT, SANABRIA NELLY y PÉREZ HELEN, 2022. CAPACIDAD ANTAGÓNICA IN VITRO DE TRICHODERMA SPP. FRENTE A COLLETOTRICHUM GLOEOSPORIOIDES CAUSANTE DE LA ANTRACNOSIS EN CAFÉ (COFFEA ARABICA L.). en línea. 11 julio 2022. [Accedido 15 julio 2022]. DOI 10.5281/ZENODO.6818972.
22. GÓNZALEZ, Karla, 2020. *Evaluación de las Estrategias de Antagonismo de una cepa silvestre de Trichoderma Atroviride*. en línea. Mexico, D.F.: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Recuperado a partir de: http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/handle/DGB_UMICH/2835
23. HAMMAD, Massinissa, GUILLEMETTE, Thomas, ALEM, Meriem, BASTIDE, Franck y LOUANCHI, Meriem, 2021. First report of three species of Trichoderma isolated from the rhizosphere in Algeria and the high antagonistic effect of Trichoderma brevicompactum to control grey mould disease of tomato. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*. diciembre 2021. Vol. 31, no. 1, pp. 85. DOI 10.1186/s41938-021-00423-4.
24. HERNÁNDEZ, Dulce Jazmín, 2019. Trichoderma: IMPORTANCIA AGRÍCOLA, BIOTECNOLÓGICA, Y SISTEMAS DE FERMENTACIÓN PARA PRODUCIR BIOMASA Y ENZIMAS DE INTERÉS INDUSTRIAL. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*. 2019. No. ahead, pp. 15. DOI 10.4067/S0719-38902019005000205.
25. HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto, FERNANDEZ COLLADO, Carlos y PILAR BAPTISTA LUCIO, Maria, 2014. *Metodología de la investigación*. Mexico: McGraw-Hill. ISBN 978-1-4562-2396-0.

26. HERRERA, Wence, VALBUENA, Oscar y PAVONE-MANISCALCO, Domenico, 2020. Formulation of *Trichoderma asperellum* TV190 for biological control of *Rhizoctonia solani* on corn seedlings. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*. diciembre 2020. Vol. 30, no. 1, pp. 44. DOI 10.1186/s41938-020-00246-9.
27. HUANG, Huayi, TIAN, Chengming, HUANG, Yonghuai y HUANG, Huanhua, 2020. Biological control of poplar anthracnose caused by *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*. diciembre 2020. Vol. 30, no. 1, pp. 104. DOI 10.1186/s41938-020-00301-5.
28. INFANTE M., Danay y MARTÍNEZ C., Benedicto, 2020. Antagonismo de seis cepas de *Trichoderma asperellum* Samuels, Lieckfeldt & Nirenberg sobre *Colletotrichum* spp. *Revista de Protección Vegetal*. diciembre 2020. Vol. 35, no. 3, pp. 8.
29. INFANTE MARTÍNEZ, Danay y MARTÍNEZ COCA, Benedicto, 2019. Actividad antagónica de *Trichoderma asperellum* Samuels, Lieckfeldt & Nirenberg sobre aislados de diferentes grupos anastomóticos de *Rhizoctonia solani* Kühn. *Revista de Protección Vegetal*. agosto 2019. Vol. 34, no. 02, pp. 7.
30. JIANG, Heng, ZHANG, Liang, ZHANG, Jing-ze, OJAGHIAN, Mohammad Reza y HYDE, Kevin D., 2016. Antagonistic interaction between *Trichoderma asperellum* and *Phytophthora capsici* in vitro. *Journal of Zhejiang University-SCIENCE B*. abril 2016. Vol. 17, no. 4, pp. 271-281. DOI 10.1631/jzus.B1500243.
31. KONAPPA, Narasimhamurthy, KRISHNAMURTHY, Soumya, ARAKERE, Udayashankar C., CHOWDAPPA, Srinivas y RAMACHANDRAPPA, Niranjana Siddapura, 2020. Efficacy of indigenous plant growth-promoting rhizobacteria and *Trichoderma* strains in eliciting resistance against bacterial wilt in a tomato. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*. diciembre 2020. Vol. 30, no. 1, pp. 106. DOI 10.1186/s41938-020-00303-3.
32. KOPPERT MEXICO, 2018. ¿Por qué utilizar especies de *Trichoderma* es una excelente idea para proteger las raíces de tus cultivos? ¿Por qué utilizar especies de *Trichoderma* es una excelente idea para proteger las raíces de tus cultivos?. en línea. 7 septiembre 2018. Recuperado a partir de: <https://www.koppert.mx/noticias-item/por-que-utilizar-especies-de-trichoderma-es-una-excelente-idea-para-proteger-las-raices-de-tus-cultivos/>
33. KUBICEK, Christian P., STEINDORFF, Andrei S., CHENTHAMARA, Komal, MANGANIELLO, Gelsomina, HENRISSAT, Bernard, ZHANG, Jian, CAI, Feng, KOPCHINSKIY, Alexey G., KUBICEK, Eva M., KUO, Alan, BARONCELLI, Riccardo, SARROCCO, Sabrina, NORONHA, Eliane Ferreira, VANNACCI, Giovanni, SHEN, Qirong, GRIGORIEV, Igor V. y DRUZHININA, Irina S., 2019. Evolution and comparative genomics of the


- most common *Trichoderma* species. *BMC Genomics*. diciembre 2019. Vol. 20, no. 1, pp. 485. DOI 10.1186/s12864-019-5680-7.
34. MALDONADO, E, 2019. Evaluación de metabolitos antifúngicos obtenidos en medio PD mediante el cultivo y co-cultivo de *Bacillus subtilis* y *Trichoderma* spp. sobre el crecimiento de *Colletotrichum gloeosporioides* y *Fusarium oxysporum*. *Seguridad Alimentaria*. 2019. Vol. 2, pp. 9.
35. MEDINA, Samuel, 2016. *Mecanismos de protección de Trichoderma sp. y patogenesis de Fusarium oxysporum en el Nardo (Polianthes tuberosa)*. en línea. Jalisco: Centro de Investigación y Asistencia en la Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco. Recuperado a partir de: <https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1023/373/1/Samuel%20Medina%20Fuentes.pdf>
36. MUKHOPADHYAY, Ria y KUMAR, Deepak, 2020. *Trichoderma*: a beneficial antifungal agent and insights into its mechanism of biocontrol potential. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*. diciembre 2020. Vol. 30, no. 1, pp. 133. DOI 10.1186/s41938-020-00333-x.
37. PFEIFFER, Tobias, VON GALEN, Astrid, ZINK, Petra, HÜBNER, Sebastian, LINKIES, Ada, FELGENTREU, Dieter, DRECHSEL, Jannika, BIRR, Tim, RÖDER, Olaf, KOTTE, Mathias, DIETEL, Kristin, JUNGE, Helmut, SCHWARZ, Elisa y KOCH, Eckhard, 2021. Selection of bacteria and fungi for control of soilborne seedling diseases of maize. *Journal of Plant Diseases and Protection*. octubre 2021. Vol. 128, no. 5, pp. 1227-1241. DOI 10.1007/s41348-021-00498-z.
38. PLATAFORMA DIGITAL ÚNICA DEL ESTADO PERUANO, 2018. Recomiendan uso del hongo *Trichoderma* en el control biológico de granadilla y palto. en línea. 3 abril 2018. Recuperado a partir de: <https://www.gob.pe/institucion/regionlalibertad/noticias/103410-recomiendan-uso-del-hongo-trichoderma-en-el-control-biologico-de-granadilla-y-palto>
39. POALACIN, Juana, 2015. *ESTUDIO DEL ADECUADO CRECIMIENTO DEL HONGO TRICHODERMA HARZIANUM Y TRICHODERMA HAMATUM EN SUSTRATO SÓLIDO*. en línea. Ecuador: UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR. Recuperado a partir de: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/4776/1/T-UCE-0017-128.pdf>
40. REYES, Yusimy, MARTÍNEZ, B y INFANTE, Danay, 2008. EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTAGÓNICA DE TRECE AISLAMIENTOS DE *Trichoderma* spp. SOBRE *Rhizoctonia* sp. . 2008. Vol. 23, no. 2, pp. 6.
41. SANABRIA VELÁZQUEZ, Andrés Dejesús, 2020. Evaluation of Paraguayan native strains of *Trichoderma* spp. for the control of *Colletotrichum* spp. causal agent of strawberry anthracnose. *Investigación Agraria*. 30 junio 2020. Vol. 22, no. 1, pp. 53-62. DOI 10.18004/investig.agrar.2020.junio.53-62.

42. SEBUMPAN, Rea, GUIRITAN, Kevin Rey, SUAN, Mayvel, ABAPO, Christine Jean, BHAT, Aashaq Hussain, MACHADO, Ricardo A. R., NIMKINGRAT, Prakaijan y SUMAYA, Nanette Hope, 2022. Morphological and molecular identification of *Trichoderma asperellum* isolated from a dragon fruit farm in the southern Philippines and its pathogenicity against the larvae of the super worm, *Zophobas morio* (Fabricius, 1776) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*. diciembre 2022. Vol. 32, no. 1, pp. 47. DOI 10.1186/s41938-022-00548-0.
43. SENASA, 2019. Productores de palta usarán “*Trichoderma Viride*” para enfrentar plagas en sus cultivos. *Productores de palta usarán “Trichoderma Viride” para enfrentar plagas en sus cultivos*. en línea. 18 septiembre 2019. Recuperado a partir de: <https://www.senasa.gob.pe/senasacontigo/productores-de-palta-usaran-trichoderma-viride-para-enfrentar-plagas-en-sus-cultivos/>
44. SENKOV, Maris, NIKOLAJEVA, Vizma, MAKARENKOVA, Galina y PETRINA, Zaiga, 2021. Influence of *Trichoderma asperellum* and *Bacillus subtilis* as biocontrol and plant growth promoting agents on soil microbiota. *Annals of Microbiology*. diciembre 2021. Vol. 71, no. 1, pp. 34. DOI 10.1186/s13213-021-01647-3.
45. SHARMA, Adikshita, SHARMA, Inder Mohan, SHARMA, Monica, SHARMA, Kishor y SHARMA, Amit, 2021. Effectiveness of fungal, bacterial and yeast antagonists for management of mango anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*. diciembre 2021. Vol. 31, no. 1, pp. 135. DOI 10.1186/s41938-021-00480-9.
46. STENBERG, Johan A., SUNDH, Ingvar, BECHER, Paul G., BJÖRKMAN, Christer, DUBEY, Mukesh, EGAN, Paul A., FRIBERG, Hanna, GIL, José F., JENSEN, Dan F., JONSSON, Mattias, KARLSSON, Magnus, KHALIL, Sammar, NINKOVIC, Velemir, REHERMANN, Guillermo, VETUKURI, Ramesh R. y VIKETOFT, Maria, 2021. When is it biological control? A framework of definitions, mechanisms, and classifications. *Journal of Pest Science*. junio 2021. Vol. 94, no. 3, pp. 665-676. DOI 10.1007/s10340-021-01354-7.
47. SUCATICONA V., Fanny, 2018. *Capacidad antagonica in vitro del hongo trichoderma spp y lecanicillium spp frente al hongo de la roya amarilla del cafe en condiciones de laboratorio*. en línea. Puno-Perú. Recuperado a partir de: <https://1library.co/document/zpnmx90y-actividad-antagonica-trichoderma-lecanicillium-hemileia-vastatrix-condiciones-laboratorio.html>
48. TORRES-DE LA CRUZ, Magdiel, ORTIZ-GARCÍA, Carlos F., BAUTISTA-MUÑOZ, Consuelo, RAMÍREZ-POOL, José Abraham, ÁVALOS-CONTRERAS, Nayely, CAPPELLO-GARCÍA, Silvia y DE LA CRUZ-PÉREZ, Aracely, 2015. Diversidad de *Trichoderma* en el agroecosistema cacao del estado de Tabasco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. diciembre 2015. Vol. 86, no. 4, pp. 947-961. DOI 10.1016/j.rmb.2015.07.012.

49. TOVAR CASTAÑO, Julio Cesar, 2008. *EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTAGONISTA “in vivo” DE AISLAMIENTOS DE Trichoderma spp FRENTE AL HONGO FITOPATOGENO Rhizoctonia solani.* en línea. Bogota: PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA. Recuperado a partir de: <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/8951PDF>
50. VALLIÈRES, Cindy, ALEXANDER, Cameron y AVERY, Simon V., 2021. Potentiated inhibition of *Trichoderma virens* and other environmental fungi by new biocide combinations. *Applied Microbiology and Biotechnology*. abril 2021. Vol. 105, no. 7, pp. 2867-2875. DOI 10.1007/s00253-021-11211-3.
51. YANG, Xiaohe, GU, Xin, DING, Junjie, YAO, Liangliang, GAO, Xuedong, ZHANG, Maoming, MENG, Qingying, WEI, Songhong y FU, Junfan, 2022. Gene expression analysis of resistant and susceptible rice cultivars to sheath blight after inoculation with *Rhizoctonia solani*. *BMC Genomics*. diciembre 2022. Vol. 23, no. 1, pp. 278. DOI 10.1186/s12864-022-08524-6.
52. YASSIN, Mohamed Taha, MOSTAFA, Ashraf Abdel-Fattah, AL-ASKAR, Abdulaziz A., SAYED, Shaban R.M. y RADY, Ahmed Mostafa, 2021. Antagonistic activity of *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma viride* strains against some fusarial pathogens causing stalk rot disease of maize, in vitro. *Journal of King Saud University - Science*. mayo 2021. Vol. 33, no. 3, pp. 101363. DOI 10.1016/j.jksus.2021.101363.
53. YASSIN, Mohamed Taha, MOSTAFA, Ashraf Abdel-Fattah y AL-ASKAR, Abdulaziz Abdulrahman, 2021. In vitro antagonistic activity of *Trichoderma harzianum* and *T. viride* strains compared to carbendazim fungicide against the fungal phytopathogens of *Sorghum bicolor* (L.) Moench. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*. diciembre 2021. Vol. 31, no. 1, pp. 118. DOI 10.1186/s41938-021-00463-w.
54. YIN, Miaomiao, FASOYIN, Opemipo Esther, WANG, Chen, YUE, Qun, ZHANG, Yunyun, DUN, Baoqing, XU, Yuquan y ZHANG, Liwen, 2020. Herbicidal efficacy of harzianums produced by the biofertilizer fungus, *Trichoderma brevicompactum*. *AMB Express*. diciembre 2020. Vol. 10, no. 1, pp. 118. DOI 10.1186/s13568-020-01055-x.

1. ANEXOS

Anexos 1 Ficha de recolección de datos

	FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS		
Revisión sistemática: Evaluación del Hongo <i>Trichoderma</i> y su Capacidad Antagonista frente al Hongo Fitopatógeno <i>Rhizoctonia solani</i> y <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>.			
Revista:	Año:	País:	Autor (es):
Palabras clave			
	Tipos	Descripción	
Características			
Tipos			
Capacidad Antagónica			
Resultados			
Conclusiones			



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, UGARTE ALVAN CARLOS ALFREDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Revisión Sistemática: Evaluación del Hongo Trichoderma y su Capacidad Antagonista frente al Hongo Fitopatógeno Rhizoctonia solani y Colletotrichum gloeosporioides.", cuyo autor es URÍA MIRANDA MAYRA DANE, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 9.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 15 de Noviembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
UGARTE ALVAN CARLOS ALFREDO DNI: 10473562 ORCID: 0000-0001-6017-1192	Firmado electrónicamente por: CUGARTEA el 28-11- 2022 10:49:46

Código documento Trilce: TRI - 0441376