



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA FORESTAL

**ANTAGONISMO DE CEPAS DE *Trichoderma* spp. AISLADAS DE
SUELOS AGRÍCOLAS DE GALÁPAGOS A DIFERENTES
HONGOS PATÓGENOS**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA FORESTAL

AUTORA

JESSICA JOHANA ARCE DÁVILA

Riobamba-Ecuador

2022



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA FORESTAL

**ANTAGONISMO DE CEPAS DE *Trichoderma* spp. AISLADAS DE
SUELOS AGRÍCOLAS DE GALÁPAGOS A DIFERENTES
HONGOS PATÓGENOS**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA FORESTAL

AUTOR: JESSICA JOHANA ARCE DÁVILA

DIRECTOR: Ing. PABLO ISRAEL ÁLVAREZ ROMERO Ph.D.

Riobamba-Ecuador

2022

© 2022, Jessica Johana Arce Dávila

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, **JESSICA JOHANA ARCE DÁVILA**, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 11 de agosto de 2022.



Jessica Johana Arce Dávila

100440227-5

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA FORESTAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo, Proyecto de Investigación, **ANTAGONISMO DE CEPAS DE Trichoderma spp. AISLADAS DE SUELOS AGRÍCOLAS DE GALÁPAGOS A DIFERENTES HONGOS PATÓGENOS de tipo INVESTIGACIÓN**, realizado por la señorita: **JESSICA JOHANA ARCE DÁVILA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Eduardo Patricio Salazar Castañeda, MSc. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	 _____	2022-08-11
Ing. Pablo Israel Álvarez Romero Ph.D. DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	 _____	2022-08-11
Ing. Carlos Francisco Carpio Coba, MSc. MIEMBRO DEL TRIBUNAL	 _____	2022-08-11

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación le dedico a la mujer más valiente y luchadora que he conocido, mi madre la persona que siempre me alentó para seguir adelante y a no darme por vencida; a mi padre que me guio en este camino que me enseñó que nada en la vida es fácil que debemos luchar para cumplir nuestras metas y a mis hermanos para que sigan adelante forjando su destino.

Jessica

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitir culminar esta meta en mi vida, a mis padres por su cariño, apoyando cada paso que doy en mi vida, a mi novio quien es mi soporte, la persona que estuvo dándome ánimos y apoyo incondicional, a mi familia que me alentó a seguir adelante con sus consejos y buenos deseos.

A mis maestros que guiaron mi camino inculcándome con sus enseñanzas, por enseñarnos lo importante de llegar a ser profesionales de calidad, llevando siempre en alto el rol de importancia que juega la Ingeniería Forestal en nuestro alrededor.

A mi tribunal de tesis Dr. Pablo Álvarez (director), Ing. Carlos Carpio (asesor) e Ing. Hugo Rodríguez (+) y al Ing. Juan Guerra por su asesoramiento y sugerencias, pero sobre todo por su paciencia en cada etapa del desarrollo de este trabajo de investigación.

Jessica

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
SUMMARY.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
1.1.	<i>Trichoderma spp.</i>.....	4
1.1.1.	<i>Taxonomía</i>.....	4
1.1.2.	<i>Importancia industrial de Trichoderma spp.</i>.....	4
1.1.3.	<i>Mecanismos de acción de Trichoderma spp.</i>.....	5
1.1.4.	<i>Principales mecanismos de acción de Trichoderma spp.</i>.....	5
1.1.4.1.	<i>Competencia</i>.....	5
1.1.4.2.	<i>Producción de metabolitos (Antibiosis)</i>.....	6
1.1.4.3.	<i>Micoparasitismo</i>.....	6
1.1.4.4.	<i>Reconocimiento</i>.....	6
1.1.4.5.	<i>Actividad lítica</i>.....	7
1.1.4.6.	<i>Antibiosis</i>.....	7
1.1.4.7.	<i>Producción de enzimas</i>.....	7
1.2.	Hongos Patógenos.....	8
1.2.1.	<i>Fusarium circinatum</i>.....	8
1.2.1.1.	<i>Taxonomía</i>.....	8
1.2.1.2.	<i>Descripción</i>.....	8
1.2.1.3.	<i>Sintomatología</i>.....	8
1.2.1.4.	<i>Importancia económica</i>.....	9
1.2.2.	<i>Alternaria spp.</i>.....	9
1.2.2.1.	<i>Taxonomía</i>.....	9
1.2.2.2.	<i>Descripción</i>.....	10
1.2.2.3.	<i>Ecología</i>.....	10

1.2.3.	<i>Neopestalotiopsis spp.</i>	10
1.2.3.1.	<i>Taxonomía</i>	10
1.2.3.2.	<i>Sintomatología</i>	10
1.2.3.3.	<i>Control Biológico</i>	11
1.2.3.4.	<i>Características de las estructuras de Neopestalotiopsis spp.</i>	11
1.3.	Los hongos en el control biológico	11

CAPÍTULO II

2.	MATERIALES Y MÉTODOS	13
2.1.	Características del lugar	13
2.1.1.	<i>Localización</i>	13
2.1.2.	<i>Ubicación Geográfica</i>	13
2.2.	Materiales y equipos	13
2.2.1.	<i>Materiales de laboratorio</i>	13
2.2.2.	<i>Equipos de laboratorio</i>	13
2.2.3.	<i>Reactivos e insumos</i>	13
2.2.4.	<i>Material biológico</i>	13
2.2.5.	<i>Materiales y equipos de oficina</i>	14
2.3.	Metodología	14
2.3.1.	<i>Para el cumplimiento del primer objetivo se utilizó la siguiente metodología</i>	14
2.3.1.1.	<i>Preparación y dispensación de medio</i>	14
2.3.1.2.	<i>Reactivación de cepas de antagonistas y patógenos</i>	14
2.3.1.3.	<i>Siembra dual</i>	15
2.3.2.	<i>Para el cumplimiento del segundo objetivo se utilizó la siguiente metodología</i> ..	16
2.3.2.1.	<i>Determinación de los mecanismos de acción in vitro de Trichoderma spp. contra el hongo fitopatógeno</i>	16
2.3.3.	<i>Diseño experimental</i>	17
2.3.3.1.	<i>Porcentaje de inhibición de crecimiento micelial</i>	17

CAPITULO III

3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
3.1.	Resultados del crecimiento micelial de las cepas de <i>Trichoderma spp.</i> y los diferentes patógenos	18
3.1.1.	<i>Caracterización de las cepas de Trichoderma spp. y Fusarium circinatum 1</i>	

	<i>(pátula)</i>	18
3.1.1.1.	<i>Porcentaje de Inhibición del crecimiento micelial de la confrontación entre Trichoderma spp. vs. Fusarium circinatum 1 (pátula)</i>	21
3.1.2.	<i>Caracterización de las cepas de Trichoderma spp. y Fusarium circinatum 2 (pátula)</i>	23
3.1.2.1.	<i>Porcentaje de Inhibición del crecimiento micelial de la confrontación entre Trichoderma spp. vs. Fusarium circinatum 2 (pátula)</i>	26
3.1.3.	<i>Caracterización de las cepas de Trichoderma spp. y Fusarium circinatum 3</i>	28
3.1.3.1.	<i>Porcentaje de Inhibición de la confrontación de Trichoderma spp. vs. la cepa de Fusarium circinatum 3 pátula</i>	31
3.1.4.	<i>Caracterización de las cepas de Trichoderma spp. y Fusarium circinatum 1 (radiata)</i>	33
3.1.4.1.	<i>Porcentaje de Inhibición de la confrontación de Trichoderma spp. vs. la cepa de Fusarium circinatum 1 radiata.</i>	36
3.1.5.	<i>Caracterización de las cepas de Trichoderma spp. y Fusarium Circinatum 2 (radiata)</i>	38
3.1.5.1.	<i>Porcentaje de Inhibición de la confrontación de la cepa de Trichoderma spp. vs. la cepa de Fusarium circinatum 2 radiata</i>	41
3.1.6.	<i>Caracterización de las cepas de Trichoderma spp. y Fusarium circinatum 3 (radiata)</i>	43
3.1.6.1.	<i>Porcentaje de Inhibición de la confrontación de la cepa de Trichoderma spp. vs. la cepa de Fusarium circinatum 3 radiata</i>	46
3.1.7.	<i>Caracterización de las cepas de Trichoderma spp. y Alternaria linariae</i>	48
3.1.7.1.	<i>Porcentaje de Inhibición de la confrontación de la cepa de Trichoderma spp. vs. la cepa de Alternaria linariae</i>	51
3.1.8.	<i>Caracterización de las cepas de Trichoderma spp. y Neoscytalidium spp.</i>	53
3.1.8.1.	<i>Porcentaje de Inhibición de la confrontación de la cepa de Trichoderma spp. vs. la cepa de Neoscytalidium spp.</i>	56
3.2.	DISCUSIÓN	59
	CONCLUSIONES	61
	RECOMENDACIONES	62
	GLOSARIO	
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Información de las cepas de <i>Trichoderma</i> spp. utilizadas en el estudio.....	14
Tabla 2-2:	Información de los hongos patógenos del estudio.....	15
Tabla 3-2:	Escala de Antagonismo de <i>Trichoderma</i> spp.	17
Tabla 1-3:	Análisis de varianza para el crecimiento micelial <i>Trichoderma</i> spp. y <i>Fusarium circinatum</i> 1 (pátula)	19
Tabla 2-3:	Prueba de Tukey de la tasa de crecimiento micelial de <i>Trichoderma</i> spp. y <i>Fusarium circinatum</i> 1 (pátula).....	20
Tabla 3-3:	Porcentaje de Inhibición <i>Trichoderma</i> spp vs. <i>Fusarium circinatum</i> 1 (pátula). 22	
Tabla 4-3:	Análisis de varianza para el crecimiento micelial <i>Trichoderma</i> spp. y <i>Fusarium circinatum</i> 2 (pátula)	24
Tabla 5-3:	Prueba de Tukey de la tasa de crecimiento micelial de <i>Trichoderma</i> spp. y <i>Fusarium circinatum</i> 2 (pátula).....	25
Tabla 6-3:	Porcentaje de Inhibición <i>Trichoderma</i> spp. vs. <i>Fusarium circinatum</i> 2 (pátula) 27	
Tabla 7-3:	Análisis de varianza para el crecimiento micelial <i>Trichoderma</i> spp. y <i>Fusarium circinatum</i> 3 (pátula)	29
Tabla 8-3:	Prueba de Tukey de la tasa de crecimiento micelial de <i>Trichoderma</i> spp. y <i>Fusarium circinatum</i> 3 (pátula).....	30
Tabla 9-3:	Porcentaje de Inhibición <i>Trichoderma</i> spp. vs. <i>Fusarium circinatum</i> 3 pátula... 32	
Tabla 10-3:	Análisis de varianza para el crecimiento micelial <i>Trichoderma</i> spp. y <i>Fusarium circinatum</i> 1 (radiata)	34
Tabla 11-3:	Prueba de Tukey de la tasa de crecimiento micelial de <i>Trichoderma</i> spp. y <i>Fusarium circinatum</i> 1 (radiata).....	35
Tabla 12-3:	Porcentaje de Inhibición <i>Trichoderma</i> spp. vs. <i>Fusarium circinatum</i> 1 (radiata)37	
Tabla 13-3:	Análisis de varianza para el crecimiento micelial <i>Trichoderma</i> spp. y <i>Fusarium circinatum</i> 2 (radiata)	39
Tabla 14-3:	Prueba de Tukey de la tasa de crecimiento micelial de <i>Trichoderma</i> spp. y <i>Fusarium circinatum</i> 2 (radiata).....	40
Tabla 15-3:	Porcentaje de inhibición <i>Trichoderma</i> spp. vs. <i>Fusarium circinatum</i> 2 (radiata)42	
Tabla 16-3:	Análisis de varianza para el crecimiento micelial <i>Trichoderma</i> spp. y <i>Fusarium circinatum</i> 3 (radiata)	44
Tabla 17-3:	Prueba de Tukey de la tasa de crecimiento micelial de <i>Trichoderma</i> spp. y <i>Fusarium circinatum</i> 3 (radiata).....	45
Tabla 18-3:	Porcentaje de Inhibición <i>Trichoderma</i> spp. vs. <i>Fusarium circinatum</i> 3 (radiata)47	
Tabla 19-3:	Análisis de varianza para el crecimiento micelial <i>Trichoderma</i> spp. y <i>Alternaria</i>	

	<i>linariae</i>	49
Tabla 20-3:	Prueba de Tukey de la tasa de crecimiento micelial de <i>Trichoderma</i> spp. y <i>Alternaria linariae</i>	50
Tabla 21-3:	Porcentaje de Inhibición <i>Trichoderma</i> spp. vs. <i>Alternaria linariae</i>	52
Tabla 22-3:	Análisis de varianza para el crecimiento micelial <i>Trichoderma</i> spp. y <i>Neoscytalidium</i> spp.....	54
Tabla 23-3:	Prueba de Tukey de la tasa de crecimiento micelial de <i>Trichoderma</i> spp. y <i>Neoscytalidium</i> spp.....	55
Tabla 24-3:	Porcentaje de Inhibición <i>Trichoderma</i> spp. vs. <i>Neoscytalidium</i> spp.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-3:	Confrontación de las cepas de <i>Trichoderma</i> spp. vs. <i>Fusarium circinatum</i> 1 (pátula)	18
Figura 2-3:	Porcentaje de inhibición de la confrontación de las cepas de <i>Trichoderma</i> spp. vs. <i>Fusarium circinatum</i> 1 (pátula).....	21
Figura 3-3:	Confrontación de las cepas de <i>Trichoderma</i> spp. vs. <i>Fusarium circinatum</i> 2 (pátula)	23
Figura 4-3:	Porcentaje de inhibición de la confrontación de las cepas de <i>Trichoderma</i> spp. vs. <i>Fusarium circinatum</i> 2 (pátula).....	26
Figura 5-3:	Confrontación de las cepas de <i>Trichoderma</i> spp. vs. <i>Fusarium circinatum</i> 3 (pátula)	28
Figura 6-3:	Porcentaje de Inhibición de la confrontación de las cepas de <i>Trichoderma</i> spp. vs. <i>Fusarium circinatum</i> 3 (pátula)	31
Figura 7-3:	Confrontación de las cepas de <i>Trichoderma</i> spp. vs. <i>Fusarium circinatum</i> 1 (radiata)	33
Figura 8-3:	Porcentaje de inhibición de la confrontación de las cepas de <i>Trichoderma</i> spp. vs. <i>Fusarium circinatum</i> 1 (radiata).....	36
Figura 9-3:	Confrontación de las cepas de <i>Trichoderma</i> spp. vs. <i>Fusarium circinatum</i> 2 (radiata)	38
Figura 10-3:	Porcentaje de inhibición de la confrontación de <i>Trichoderma</i> spp. vs. <i>Fusarium circinatum</i> 2 (radiata)	41
Figura 11-3:	Confrontación de las cepas de <i>Trichoderma</i> spp. vs. <i>Fusarium circinatum</i> 3 (radiata)	43
Figura 12-3:	Porcentaje de inhibición de la confrontación de <i>Trichoderma</i> spp. vs. <i>Fusarium circinatum</i> 3 (radiata)	46
Figura 13-3:	Confrontación de las cepas de <i>Trichoderma</i> spp. vs. <i>Alternaria linariae</i>	48
Figura 14-3:	Porcentaje de inhibición de la confrontación de las cepas de <i>Trichoderma</i> spp. vs. <i>Alternaria linariae</i>	51
Figura 15-3:	Confrontación de las cepas de <i>Trichoderma</i> spp. vs. <i>Neoscytalidium</i> spp.	53
Figura 16-3:	Porcentaje de inhibición de la confrontación de las cepas de <i>Trichoderma</i> spp. vs. <i>Neoscytalidium</i> spp.....	56

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3:	Confrontación entre los aislados de <i>Trichoderma</i> spp. vs. <i>Fusarium circinatum</i> 1 (pátula)	19
Gráfico 2-3:	Nivel de antagonismo de la confrontación entre <i>Trichoderma</i> spp. vs. <i>Fusarium circinatum</i> 1 (pátula)	21
Gráfico 3-3:	Porcentaje de Inhibición de <i>Trichoderma</i> spp. vs. <i>Fusarium circinatum</i> 1 (pátula)	23
Gráfico 4-3:	Confrontación entre los aislados de <i>Trichoderma</i> spp. vs. <i>Fusarium circinatum</i> 2 (pátula)	24
Gráfico 5-3:	Nivel de antagonismo entre los aislados de <i>Trichoderma</i> spp. vs <i>Fusarium circinatum</i> 2 (pátula).	26
Gráfico 6-3:	Porcentaje de inhibición de <i>Trichoderma</i> spp vs. <i>Fusarium circinatum</i> 2 (pátula)	28
Gráfico 7-3:	Confrontación entre los aislados de <i>Trichoderma</i> spp. vs. <i>Fusarium circinatum</i> 3 (pátula)	29
Gráfico 8-3:	Nivel de antagonismo entre los aislados de <i>Trichoderma</i> spp. vs. <i>Fusarium circinatum</i> 3 (pátula)	31
Gráfico 9-3:	Porcentaje de Inhibición de <i>Trichoderma</i> spp. vs. <i>Fusarium circinatum</i> 3 (pátula)	33
Gráfico 10-3:	Confrontación entre los aislados de <i>Trichoderma</i> spp. vs. <i>Fusarium circinatum</i> 1 (radiata)	34
Gráfico 11-3:	Nivel de antagonismo entre los aislados de <i>Trichoderma</i> spp. vs <i>Fusarium circinatum</i> 1 (radiata).	36
Gráfico 12-3:	Porcentaje de Inhibición de <i>Trichoderma</i> spp. vs. <i>Fusarium circinatum</i> 1 (radiata)	38
Gráfico 13-3:	Confrontación entre los aislados de <i>Trichoderma</i> spp. vs. <i>Fusarium circinatum</i> 2 (radiata)	39
Gráfico 14-4:	Nivel de antagonismo entre los aislados de <i>Trichoderma</i> spp. vs. <i>Fusarium circinatum</i> 2 (radiata).	41
Gráfico 15-3:	Porcentaje de Inhibición de <i>Trichoderma</i> spp. vs. <i>Fusarium circinatum</i> 2 (radiata)	43
Gráfico 16-3:	Confrontación entre los aislados de <i>Trichoderma</i> spp. vs. <i>Fusarium circinatum</i> 3 (radiata)	44
Gráfico 17-3:	Nivel de antagonismo entre los aislados de <i>Trichoderma</i> spp. vs. <i>Fusarium</i>	

	<i>circinatum</i> 3 (radiata)	46
Gráfico 18-3:	Porcentaje de Inhibición de <i>Trichoderma</i> spp. vs. <i>Fusarium circinatum</i> 3 (radiata)	48
Gráfico 19-3:	Confrontación entre los aislados de <i>Trichoderma</i> spp. vs. <i>Alternaria linariae</i> ..	49
Gráfico 20-3:	Nivel de antagonismo entre los aislados de <i>Trichoderma</i> spp. vs <i>Alternaria linariae</i>	51
Gráfico 21-3:	Porcentaje de Inhibición de <i>Trichoderma</i> spp. vs. <i>Alternaria linariae</i>	53
Gráfico 22-3:	Confrontación entre los aislados de <i>Trichoderma</i> spp. vs. <i>Neoscytalidium</i> spp.	54
Gráfico 23-3:	Nivel de antagonismo entre los aislados de <i>Trichoderma</i> spp. vs. <i>Neoscytalidium</i> spp.	56
Gráfico 24-3:	Porcentaje de Inhibición de <i>Trichoderma</i> spp. vs. <i>Neoscytalidium</i> spp.	58
Gráfico 25-3:	Nivel de Antagonismo de <i>Trichoderma</i> spp. con los diferentes patógenos	58

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** BALANZA DIGITAL
- ANEXO B:** MEDIO PDA (AGAR PAPA DEXTROSA)
- ANEXO C:** CULTIVO DUAL DE LAS CONFRONTACIONES
- ANEXO D:** CRECIMIENTO MICELIAL DE LAS CONFRONTACIONES
- ANEXO E:** CONFRONTACIÓN DE CEPAS DE *Trichoderma* spp., CON *Fusarium circinatum* 1 (PÁTULA)
- ANEXO F:** CONFRONTACIÓN DE CEPAS DE *Trichoderma* spp., CON *Fusarium circinatum* 2 (PÁTULA)
- ANEXO G:** CONFRONTACIÓN DE CEPAS DE *Trichoderma* spp., CON *Fusarium circinatum* 3 (PÁTULA)
- ANEXO H:** CONFRONTACIÓN DE CEPAS DE *Trichoderma* spp., CON *Fusarium circinatum* 1 (RADIATA)
- ANEXO I:** CONFRONTACIÓN DE CEPAS DE *Trichoderma* spp., CON *Fusarium circinatum* 2 (RADIATA)
- ANEXO J:** CONFRONTACIÓN DE CEPAS DE *Trichoderma* spp., CON *Fusarium circinatum* 3 (RADIATA)
- ANEXO K:** CONFRONTACIÓN DE CEPAS DE *Trichoderma* spp., CON *Alternaria linariae*
- ANEXO L:** CONFRONTACIÓN DE CEPAS DE *Trichoderma* spp., CON *Neoscytalidium* spp.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar si cepas del hongo *Trichoderma* spp. presentan una acción antagonica contra hongos patógenos (*Fusarium circinatum*, *Alternaria linariae*, y *Neocytelidium* spp.). Para ello el experimento siguió un esquema de diseño completo al azar bifactorial, donde el factor A consistió en 21 cepas de *Trichoderma* spp. frente al factor B que fueron ocho cepas de hongos patógenos, con tres repeticiones; se sembraron los organismos mediante la técnica de cultivo dual, entre patógenos y antagonistas, en cajas petri con medio Agar Papa Dextrosa; se midió el diámetro de cada hongo cada 24 horas durante cuatro días hasta presenciar que el antagonista crezca por encima del hongo patógeno y llene el medio de crecimiento, esto determinó el crecimiento micelial y la tasa de crecimiento de ambos sujetos; se analizó el nivel de antagonismo en base a la escala de Bell a los 4-5 días del proceso de crecimiento e incubación; estos resultados fueron analizados mediante el método de análisis estadístico descriptivo e inferencial con separación de medias mediante la prueba de Tukey al 5 % y se elaboraron tablas del porcentaje de inhibición de crecimiento micelial. Las cepas de mejor porcentaje de inhibición pertenecieron a *Trichoderma breve* del código E y *Trichoderma andinense* de los códigos P, R y N, con nivel de antagonismo 1 con un 57 % donde *Trichoderma* spp., sobrecrece completamente al patógeno y cubre totalmente la superficie del medio, seguido del nivel 2 con un 31%. Se corroboró la eficiencia de *Trichoderma* para inhibir patógenos por lo que se recomienda potenciar el estudio de actividad antagonica de *Trichoderma* en diferentes sustratos y distintas condiciones ambientales.

Palabras clave: <ACCIÓN ANTAGÓNICA>, <INHIBICIÓN DEL CRECIMIENTO>, <CONTROL BIOLÓGICO>, <HONGOS BENÉFICOS>, <PATÓGENOS>, <(Trichoderma spp.)>.



Fig. Cristian Castillo



1848-DBRA-UTP-2022

1848-DBRA-UTP-2022

SUMMARY

This research aimed to determine whether the strains of the fungus *Trichoderma* spp. present an antagonistic action against pathogenic fungi (*Fusarium circinatum*, *Alternaria linariae*, and *Neocytelidium* spp.). For this, the experiment followed a completely randomized bifactorial design scheme, where factor A consisted of 21 strains of *Trichoderma* spp. against factor B, which were eight strains of pathogenic fungi with three repetitions. The organisms were seeded using the dual culture technique between pathogens and antagonists in petri dishes with Potato Dextrose Agar medium. The diameter of each fungus was measured every 24 hours for four days until the antagonist grew above the pathogenic fungus and filled the growth medium. This determined the mycelial growth and the growth rate of both subjects. The level of antagonism was analyzed based on the Bell scale at 4-5 days of the growth and incubation process. These results were analyzed using the descriptive and inferential statistical analysis method with separation of means by Tukey's test at 5 %; as well as tables of the percentage of inhibition of mycelial growth were prepared. The strains with the best percentage of inhibition belonged to *Trichoderma breve* of code E and *Trichoderma andinense* of codes P, R and N with antagonism level 1 with 57%. The *Trichoderma* spp. completely overgrows the pathogen and completely covers the surface of the medium, followed by level 2 with 31%. The efficiency of *Trichoderma* to inhibit pathogens was corroborated. So, it is recommended to enhance the study of the antagonistic activity of *Trichoderma* in different substrates and different environmental conditions.

Keywords: <ANTAGONIC ACTION>, <GROWTH INHIBITION>, <BIOLOGICAL CONTROL>, <BENEFICIAL FUNGI>, <PATHOGENS>, <(Trichoderma spp.)>.

Riobamba, September 12, 2022



Ph.D. Dennys Tenelanda López
ID number: 0603342189

INTRODUCCIÓN

Ecuador es un país que, en el ámbito económico, la producción forestal tiene una alta importancia. Es por ello que se ha despertado el gran interés por el control biológico de patógenos de plantas, mediante el uso de microorganismos benéficos, es una respuesta, en gran parte, a la creciente preocupación de la sociedad acerca del uso de agrodefensivos. Además del bajo costo para controlar las enfermedades ocasionadas por hongos patógenos, restringiendo el uso de agroquímicos, que tienen efectos deletéreos con el medio ambiente, asimismo de brindar otros efectos benéficos sobre las plantas (Chiriboga et al., 2015, pp. 1-4).

En este aspecto, los llamados microorganismos antagonistas, como el hongo *Trichoderma* spp., que actúan a través de diversos mecanismos que incluyen la competencia por los nutrientes, el hiperparasitismo y la antibiosis de los patógenos. Recientemente se le suma a este microorganismo la importancia en el crecimiento y producción vegetal, debido a su amplia plasticidad ecológica, el metabolismo versátil y la fácil reproducción (Vargas y Gilchrist, 2015, pp. 9-16).

La importancia de este hongo cosmopolita se focaliza en su gran capacidad de adaptación y producción de metabolitos, como enzimas, compuestos promotores de crecimiento vegetal, y compuestos volátiles, entre otros; los cuales son de interés biotecnológico y ambiental.

Trichoderma spp, se encuentra entre los microorganismos más destacados para el control biológico de hongos de suelo, al mismo tiempo, se ha reportado como promotor de crecimiento vegetal, ayudando al crecimiento de las plantas, actuando como bioestimulador, y ayudando a la absorción del fósforo, estimulando el desarrollo vegetativo y mejorando el crecimiento radical (Hernández et al., 2019, pp. 98-112).

Las propiedades antagónicas de *Trichoderma* hacia hongos patógenos se basan en la activación de múltiples mecanismos, que incluyen la competencia por nutrientes y espacio, el micoparasitismo, la antibiosis, la promoción del crecimiento vegetal, e inducción de respuestas de defensa vegetal (Vargas y Gilchrist, 2015, pp. 9-16).

PROBLEMA

En Ecuador existen pocas investigaciones relacionadas sobre *Trichoderma* spp. en especies forestales. Es un hongo beneficioso para las plantas, ampliamente utilizado como agente de

control biológico contra diversos patógenos vegetales. En la actualidad no se conoce la capacidad antagonista de cepas de *Trichoderma*, aisladas de suelos agrícolas, y el potencial para el control biológico de diferentes patógenos.

JUSTIFICACIÓN

Contemplando la enorme diversidad de especies forestales existentes en el Ecuador y la carencia de estudios de microorganismos benéficos de las mismas en nuestro país, y, en consecuencia, el desconocimiento de la importancia de los hongos benéficos en los sistemas agrícolas y forestales. Este trabajo propone el estudio del efecto antagonista de cepas de *Trichoderma* spp. aisladas de suelos agrícola de Galápagos frente a diferentes hongos patógenos.

Es necesario extender el conocimiento por medio de trabajos de investigación relacionados con temas de microorganismos benéficos como *Trichoderma* spp., en funciones fisiológicas de las plantas, así como la capacidad antagonista, y el potencial para el control biológico de diferentes patógenos tales como *Fusarium circinatum*, *Neoscytalidium* spp., *Alternaria* spp. y *Neopestalotiopsis* spp.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el antagonismo y el potencial de control biológico de aislados de *Trichoderma* spp. de suelos agrícolas de las Islas Galápagos frente a diferentes hongos patógenos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Seleccionar las cepas de *Trichoderma* spp. aisladas de suelos agrícolas de las Islas Galápagos que presenten mejor eficacia antagonista frente a diferentes hongos patógenos.
- Establecer las formas de antagonismo que presenten las cepas de *Trichoderma* spp. aisladas de suelos agrícolas de las Islas Galápagos frente a diferentes hongos patógenos.

HIPÓTESIS

HIPÓTESIS NULA

Ninguna de las cepas *Trichoderma* spp. aisladas de suelos agrícolas de las Islas Galápagos

presentan antagonismo o tienen potencial de control biológico frente a diferentes hongos patógenos.

HIPÓTESIS ALTERNA

Al menos una de las cepas de *Trichoderma* spp. aisladas de suelos agrícolas presentan antagonismo o tienen potencial de control biológico frente a diferentes hongos patógenos.

CAPÍTULO I

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. *Trichoderma* spp.

1.1.1. Taxonomía

Reino: Fungi

Filo: Ascomycota

Clase: Sordariomycetes

Orden: Hypocreales

Familia: Hypocreaceae

Género: *Trichoderma*

Especies: *T. harzianum*, *T. hamatum*, *T. viride*, *T. longibrachiatum*, entre otros (Rivadeneira, 2016, pp. 15-17).

Según Ruiz et al. (2018, p. 445), *Trichoderma* spp. es uno de los microorganismos más destacados por su amplio metabolismo y fácil reproducción. Este microorganismo produce compuestos antimicrobianos los cuales ayudan a la estimulación de los mecanismos de defensa de la planta, además promueve el crecimiento y desarrollo de la parte aérea y radical de las plantas. Tiene múltiples aplicaciones biotecnológicas, la más importante es la germinación de hongos patógenos lo que genera que estas prácticas sean más eficaces en un amplio rango de condiciones ambientales. Este microorganismo también se alimenta de los materiales orgánicos degradados, y de esa manera ayuda a la incorporación de nutrientes en el suelo (Chiriboga et al., 2015, pp. 1-4).

Entre las características microscópicas relevantes para este género está la presencia de conidióforos hialinos, altamente ramificados, que usualmente emergen en un ángulo de 90° respecto a la ramificación principal con estructura piramidal, tiene fiálides ensanchadas en la parte central, en forma de “botella” que pueden ser cilíndricas o subglobosas y se encuentran de forma simple o en grupos; hifas vegetativas ramificadas, lisas, hialinas y septadas (Hernández et al., 2019, pp. 98-112).

1.1.2. Importancia industrial de *Trichoderma* spp.

Se han desarrollado métodos para modificar genéticamente estos hongos de una manera muy

precisa para que puedan secretar enzimas deseadas, eliminar patógenos de las plantas, estimular el crecimiento de plantas y ejercer resistencia a enfermedades. En el ámbito de la producción de enzimas, a nivel industrial, el género *Trichoderma* ha sido extensamente investigado con el fin de producir aditivos alimentarios y productos relacionados (Schuster y Schmoll, 2010, pp. 787-799).

En la actualidad, las diversas enzimas de *Trichoderma* spp., se emplean para el mejoramiento de los procesos de elaboración de la cerveza (β -glucanasas), como maceración de enzimas en la producción de zumo de fruta (pectinasas, celulasas, hemicelulasas), como aditivo para la alimentación de la ganadería (xilanasas) y de alimentos para mascotas. Las celulasas se aplican principalmente en la cocción, el malteado, y la producción de alcohol de grano (López et al., 2018, pp.2-3).

Desde la antigüedad hasta la actualidad, uno de los microorganismos con mayor aplicación en el control biológico ha sido el género *Trichoderma*, debido a su alto porcentaje de control, capacidad reproductiva, adaptabilidad ecológica, altas tasas de crecimiento *in vitro* e *in vivo* y su efecto favorable en la respuesta sistémica de las plantas, siendo el agente de biocontrol más utilizado entre los hongos antagonistas (Chávez, 2006, p. 4; Martínez et al., 2008, pp.118-125).

1.1.3. Mecanismos de acción de Trichoderma spp.

Trichoderma spp., se ha distinguido por tener varios mecanismos de acción, que regulan el crecimiento y desarrollo de hongos fitopatógenos, entre los principales se encuentran: la competencia entre espacio y nutrientes, el mico parasitismo, y la antibiosis. Su acción biorreguladora es de forma indirecta, los cuales activan o inducen mecanismos de defensa, además tienen la capacidad de crear ambientes para el eficaz desarrollo radical de las plantas (Martínez et al., 2008, pp.118-125).

1.1.4. Principales mecanismos de acción de Trichoderma spp.

1.1.4.1. Competencia

La Competencia se define como el comportamiento diferente de dos o más organismos frente a un mismo requerimiento (nutrientes, sustratos), siempre que la utilización de este por uno de los organismos reduzca el espacio disponible para los restantes (Infante et al., 2009, pp. 14-21).

Se considera a la competencia uno de los mecanismos de antagonismo muy transcendental. Este

tipo de antagonismo se ve aventajado por las diversas características del agente de control biológico, tales como la plasticidad ecológica, velocidad de crecimiento y desarrollo; otro punto a favor son los factores externos, como el tipo de suelo, pH, temperatura, humedad, entre otros (Infante et al., 2009, pp. 14-21).

1.1.4.2. Producción de metabolitos (Antibiosis)

La producción de metabolitos, mejor conocida como antibiosis, es la acción de producir directamente antibióticos o metabolitos tóxicos, que se producen por microorganismos, en especial los que son sensibles a estos. Varios autores consideran que debido al riesgo que existe en manifestarse cepas de patógenos resistentes al antibiótico, no se debe conceptuar la antibiosis como un mecanismo primordial de acción de antagonismo (Infante et al., 2009, pp. 14-21).

Diversas cepas de *Trichoderma* spp., originan metabolitos secundarios volátiles y no volátiles, entre ellos, varios, inhiben el desarrollo de otros microorganismos con los que no hacen falta el contacto físico; las mismas que son consideradas como sustancias inhibidoras (Infante et al., 2009, pp. 14-21).

1.1.4.3. Micoparasitismo

Se define como micoparasitismo a la simbiosis antagónica entre organismos o microorganismos que, por lo general, involucran enzimas extracelulares, entre estas las quitinasas, celulasas; además se relaciona con la estructura y constitución de las paredes celulares de los hongos parasitados (Infante et al., 2009, pp. 14-21).

Durante el proceso de micoparasitismo, el género *Trichoderma*, crece quimiotrópicamente respecto al hospedante, en donde se adhieren a las hifas de éste, a menudo se enredan en ellas e incluso, en varias ocasiones, terminan penetrándolas. Este proceso degrada las paredes celulares de los hospedantes donde se observa este proceso en estados tardíos del parásito, el mismo que conlleva al debilitamiento casi en su totalidad del fitopatógeno (Infante et al., 2009, pp. 14-21).

1.1.4.4. Reconocimiento

El resultado de las investigaciones realizadas durante varios años, con un número considerable de cepas de *Trichoderma* spp., y de especies de hongos fitopatógenos, han demostrado que estas son efectivas solo contra patógenos específicos.

El conocimiento de dicha especificidad nos lleva a la idea de que el reconocimiento molecular entre *Trichoderma* spp., y el hospedante es el suceso fundamental que precede al proceso antagonista. Esta particularidad es un componente a tener en cuenta para la aplicación práctica de este hongo, y para la investigación de nuevos aislamientos más adaptados y eficaces como un proceso continuo antagonista (Infante et al., 2009, pp. 14-21).

1.1.4.5. Actividad lítica

En esta etapa ocurre la producción de enzimas líticas extracelulares, fundamentalmente quitinasas, glucanasas y proteasas, que degradan las paredes celulares del hospedante y posibilitan la penetración de las hifas del antagonista (Espinoza, 2013, p. 18).

1.1.4.6. Antibiosis

La antibiosis es la acción directa de antibióticos o metabolitos tóxicos producidos por un microorganismo sobre otro sensible a estos. Algunos autores opinan que la antibiosis no debe ser el principal mecanismo de acción de un antagonista, ya que existe el riesgo de aparición de cepas del patógeno resistente al antibiótico (Infante et al., 2009, pp. 14-21).

1.1.4.7. Producción de enzimas

Investigaciones recientes de los posibles mecanismos de acción involucrados en el control biológico realizado por las especies de *Trichoderma* spp., han llevado a varias explicaciones alternas para un biocontrol exitoso. Una de ellas es la producción de enzimas tales como quitinasas y/o glucanasas producidas por este hongo, que pueden ser responsables de la disminución de la presencia de hongos patógenos presentes en suelos agrícolas. Estas enzimas son hidrolíticas y degradan los polisacáridos que otorgan rigidez y estructura a la pared celular de hongos, destruyendo con esto la integridad de los mismos; así mismo, se ha establecido que estos hongos pueden producir proteasas que afectan a las enzimas de los patógenos perturbando su capacidad de atacar las células de las plantas (Chávez, 2006, p. 39).

1.2. Hongos Patógenos

1.2.1. *Fusarium circinatum*

1.2.1.1. Taxonomía

La enfermedad conocida como Chancro resinoso del pino, taxonómicamente se categoriza:

Reino: Fungi

Subreino: Dikarya

Filo: Ascomycota

Subfilo: Pezizomycotina

Clase: Sordarioomycetes

Subclase: hypocreomycetidae

Orden: Hypocreales

Familia: Nectriaceae (Flores, 2017, pp. 19-42).

1.2.1.2. Descripción

Al ser descrito en la sección *Liseola*, ésta especie de *Fusarium* produce microconidios en cadenas y/o falsas cabezas, es decir, una agrupación de células sin cohesión morfológica que no producen clamidosporas. Inicialmente se consideraron hasta 6 taxones incluyendo especies y variedades. Sin embargo, estudios posteriores permitieron la reducción a una única especie denominada *Fusarium moniliforme*. Como resultado de diversas revisiones, basándose en caracterización morfológica, la especie ha ido evolucionando en su taxonomía, destacando la agrupación de especies que se consideraban distintas en una misma. El complejo teleomorfo de *Gibberella fujikuroi* (Sawada) Wollenw. Actualmente se conocen 46 líneas filogenéticas distintas en este grupo (Flores, 2017, pp. 19-42).

1.2.1.3. Sintomatología

El hongo *Fusarium circinatum*, es uno de los agentes patógenos más virulentos de las coníferas, siendo capaz de infectarlas por vías directas (heridas e insectos vectores) y/o indirectas (viento y agua). Se caracteriza por generar coloraciones en las acículas que van desde un color amarillo a rojizo, hasta provocar su caída (puntisecado). En el eje central del árbol se generan chancros exudantes de resina, de ahí su nombre común, estos síntomas también se ven reflejados en las

ramas primarias y secundarias, con menor incidencia en las terciarias. Se sabe que las semillas y las piñas pueden ser afectadas por el patógeno, siendo una manera de dispersión.

Los síntomas son más fácilmente identificables, estos se dan en las acículas jóvenes, pudiendo ser vistas también en acículas maduras. Se evidencia por coloraciones inicialmente amarillas tornándose a grisáceas o marrones, inclusive se encuentra una combinación de ambas. La especie que muestra una sintomatología más clara es *Pinus radiata*.

Cada uno de los hospedantes de este hongo patógeno presenta particularidades en la expresión de los síntomas de la infección. Sin embargo, se pueden describir algunas generalidades que facilitan su identificación visual. La infección se inicia en una rama que tiende a morir generando un estrangulamiento y chancro (cáncer) en esa zona. El crecimiento del chancro es tanto distal como proximal, creciendo, mayoritariamente, hacia arriba del árbol generando la muerte de ramas de la copa, pero también se ha registrado afectación hacia la zona baja del tronco (Flores, 2017, pp. 19-42).

1.2.1.4. Importancia económica

Para el sector maderero español *Fusarium circinatum* representa un elevado riesgo, ya que en el noreste del país se concentran las plantaciones de coníferas como *Pinus radiata*, *Pinus pinaster*, *Pseudotsuga menziesii*, también para las poblaciones nativas de *Pinus pinaster* y *Pinus sylvestris*. La presencia de la enfermedad, por si sola, ya es un riesgo, a esto se le debe sumar la asociación con insectos vectores (Bezós, et al., 2013), a esto debe sumarse la manipulación humana, que actúa como uno de los principales medios de dispersión de la enfermedad (Flores, 2017, pp. 19-42).

1.2.2. Alternaria spp.

1.2.2.1. Taxonomía

Reino: Fungi

Filo: Ascomycota

Subphylum: Pezizomycotina

Clase: Dothideomycetes

SubClase: Pleosporomycetidae

Orden: Pleosporales

Familia: Pleosporaceae

Género: *Alternaria* (Fernández, 2015, p. 9).

1.2.2.2. Descripción

Hongo filamentosos con conidióforos simples, tabicados, en cuyo extremo se forman unos conidios muriformes, de color pardo, con septos transversales y verticales de disposición irregular. Por gemación de la célula apical se genera un nuevo conidio, formándose largas cadenas de 10 o más conidios. Posee colonias de crecimiento rápido (tres o cuatro días), vellosas, al principio de color gris, después el centro se oscurece (tonos negros más o menos intensos) pero los bordes siguen siendo grisáceos. Reverso de color negro. Tolerante al benomilo (Mühlhauser, 2014, pp. 605-606).

1.2.2.3. Ecología

Es un hongo extremadamente común en abonos, plantas (fresas, crisantemos, tomates, zanahorias y espárragos), pulpa de madera y madera podrida, pero también se encuentra en alimentos y tejidos, así como en diferentes tipos de suelo. En los invernaderos con cultivos de crisantemos y tomates, se aísla de las plantas enfermas o muertas por su tendencia a habitar sustratos orgánicos en descomposición. Produce con frecuencia manchas negras en los tomates. Dentro de las viviendas puede aislarse del aire, polvo y lugares con humedad como los marcos de las ventanas, en las que se produce condensación. Su distribución es universal y se considera que es un hongo de espacios abiertos (Mühlhauser, 2014, pp. 605-606).

1.2.3. *Neopestalotiopsis* spp.

1.2.3.1. Taxonomía

Dominio: Eukaryota

Reino: Fungi

Orden: Xylariales

Familia: Sporocadaceae

Género: *Neopestalotiopsis* (NCBI, 2014, párr. 1).

1.2.3.2. Sintomatología

Neopestalotiopsis spp., es el agente causal de la podredumbre de la corona de la frutilla, una enfermedad recientemente identificada que provoca necrosis internerval de las hojas basales, se caracteriza por las áreas de color oxido- herrumbre que comienzan en los márgenes de las hojas. Este

síntoma se asocia a zonas necróticas oscuras en las raíces y corona, provocando marchitamiento y muerte de la planta. Al tratarse de una enfermedad nueva, se desconocen los fungicidas eficaces para el control. El objetivo de este trabajo fue evaluar *in vitro* el efecto de 7 fungicidas sobre la inhibición del crecimiento micelial de *Neopestalotiopsis* spp. (Obregón et al., 2018, p. 217).

1.2.3.3. Control Biológico

Es un método de manejo para plagas y enfermedades de las plantas utilizando organismos antagonistas de los patógenos que causan enfermedades a los cultivos. Son conocidos como agentes de control biológico porque su presencia disminuye las poblaciones de patógenos en las plantas. Solamente se utilizan organismos patógenos, parasitoides, depredadores y fitófagos para el control sanitario que no incluye pesticidas. Su objetivo es mantener las poblaciones de plagas por debajo de un umbral perjudicial (Prado, 2020, p. 25).

1.2.3.4. Características de las estructuras de Neopestalotiopsis spp.

El hongo tiene estructuras denominadas conidiomas de forma picnidial, cuando crece en medio PDA estas estructuras van de forma globosas a ovalados, estos pueden estar solitarios o agregados en racimos, semisumergidos, de 120 – 150 mm de diámetro. Presenta conidióforos indistintos que, a menudo, son reducidos a células conidiogenas y estas, a su vez, presentan celdas conidiógenas, las cuales son discretas; fusiformes, hialinos, cilíndricos a subcilíndricos o ampuliformes, de paredes rugosas.

Morales et al. (2017, pp. 48-60), menciona que la pigmentación de las tres células medianas de los conidios, en 12 *Neopestalotiopsis* spp., son versicolor, es decir, que poseen varios colores. Los cultivos en medio PDA pueden llegar a medir de 50 a 60 mm de diámetro, después de los 7 días de incubación, a 25 °C, con 95 a 100% de humedad; el borde es lobulado, de color blanco. Luego de 10 días el borde es ondulado y con presencia de acérvulos de color negro (Machín, 2017, p. 10).

1.3. Los hongos en el control biológico

El control biológico puede definirse como un método de control de plagas, enfermedades y malezas que consiste en utilizar organismos vivos con objeto de controlar las poblaciones de otros organismos. Tienen una serie de ventajas como: son más seguros, pueden persistir durante más tiempo, producen un balance ecológico, entre otros. El control biológico se produce de forma natural sin intervención del hombre, permite modificar el equilibrio entre las poblaciones

microbianas, gracias a los mecanismos de acción entre los patógenos y los microorganismos antagonistas. Los hongos poseen un conjunto de características que los hacen agentes de biocontrol potencialmente ideales. Algunas de estas son:

- Muchas de las especies saprofitas antagonizan a la mayoría de los organismos de las plagas.
- Se desarrollan fácilmente en medios de cultivo pudiendo producirse en grandes cantidades y ser liberados al medio ambiente como esporas o fragmentos de micelio.
- Los inóculos liberados crecerán y producirán un nuevo micelio que parasitará o inhibirá la plaga sin causar daño a las plantas.
- Tienen la facilidad de sobrevivir durante períodos de tiempo relativamente largos.
- Los compuestos biológicamente activos no causan daño al medio ambiente (Poalacin, 2015, pp. 5-12).

CAPÍTULO II

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Características del lugar

2.1.1. Localización

El trabajo de investigación se realizó en las instalaciones del laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Recursos Naturales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

2.1.2. Ubicación Geográfica

Altitud: 2820 m s.n.m.

Coordenadas: S 1°39'05.4216'', W 78° 41'00.5352''

2.2. Materiales y equipos

2.2.1. Materiales de laboratorio

Envases plásticos, cajas Petri, Parafilm, pipetas, probeta, tubos de ensayo, vasos de precipitación, porta y cubre objetos.

2.2.2. Equipos de laboratorio

Autoclave, cámara de flujo laminar, microscopio óptico, incubadora, mechero de bunsen.

2.2.3. Reactivos e insumos

Papa dextrosa agar (PDA), NaCl, cloranfenicol, alcohol 70%, agua destilada, lactoglicerol.

2.2.4. Material biológico

- 21 cepas de aislados fúngicos de *Trichoderma* spp.
- Aislados de hongos patógenos:
 - ❖ 6 cepas de *Fusarium circinatum*

- ❖ 2 cepas de *Neoscytalidium* spp.
- ❖ 2 cepas de *Alternaria* spp.

2.2.5. Materiales y equipos de oficina

Computadora, impresora, hojas, libreta, lápiz, borrador, cámara fotográfica.

2.3. Metodología

2.3.1. Para el cumplimiento del primer objetivo se utilizó la siguiente metodología

2.3.1.1. Preparación y dispensación de medio

El medio que se utilizó fue el Agar Papa Dextrosa (PDA, por sus siglas en inglés). Se preparó 40 g de medio PDA por L. Para el pesaje del medio, se utilizó una balanza digital y para el agua destilada una probeta de 1000 mL.

Después del pesaje, se procedió a colocar el medio y el agua destilada en un envase de vidrio, para luego esterilizar en el autoclave por 45 minutos aproximadamente. Se desinfectó la cámara de flujo laminar con alcohol, adicionalmente se colocó luz UV antes de dispensar el medio en las cajas Petri.

2.3.1.2. Reactivación de cepas de antagonistas y patógenos

Se seleccionaron las cepas tanto de hongos antagonistas y patógenos, anteriormente aisladas, para su debida reactivación en medio PDA.

Las cepas utilizadas correspondieron a cepas de la colección del proyecto: “Estudio de *Trichoderma* spp. en viveros forestales de la provincia de Chimborazo y suelos agrícolas en Santa Cruz, islas Galápagos”. descritas en la Tabla 1-2.

Tabla 1-2: Información de las cepas de *Trichoderma* spp. utilizadas en el estudio

CÓDIGO	LUGAR_RECOLECCIÓN	TIPO_CULTIVO	MÉTODO_AISLAMIENTO	MÉTODO_CONSERVACIÓN
A	Camino_viejo	Hoja_kale(M1)	Siembra_por_dilución	Método_Castellani
B	Media_luna	Café(var.catimor)	Siembra_por_dilución	Método_Castellani
C	Camino_viejo	Hoja_kale(M1)	Siembra_por_dilución	Método_Castellani
D	Media_luna	Café(var.catimor)	Siembra_por_dilución	Método_Castellani

E	El_cascajo	Melón(M1)	Siembra_por_dilución	Método_Castellani
F	Media_luna	Café(var.catimor)	Siembra_por_dilución	Método_Castellani
G	El_cascajo	Tomate	Siembra_por_dilución	Método_Castellani
H	El_cascajo	Melón(M1)	Siembra_por_dilución	Método_Castellani
I	Media_luna	Café(var.catimor)	Siembra_por_dilución	Método_Castellani
J	Media_luna	Café(var.catimor)	Siembra_por_dilución	Método_Castellani
K	Media_luna	Café(var.catimor)	Siembra_por_dilución	Método_Castellani
M	El_cascajo	Melón(M1)	Siembra_por_dilución	Método_Castellani
N	Media_luna	Maíz_amarillo(M1)	Siembra_por_dilución	Método_Castellani
O	Media_luna	Maíz_amarillo(M1)	Siembra_por_dilución	Método_Castellani
P	Media_luna	Maíz_amarillo(M1)	Siembra_por_dilución	Método_Castellani
R	La_fortuna	Café(var.típica)	Siembra_por_dilución	Método_Castellani
S	Camino_viejo	Hoja_kale(M1)	Siembra_por_dilución	Método_Castellani
U	El_cascajo	Melón(M1)	Siembra_por_dilución	Método_Castellani
V	Media_luna	Maíz_amarillo(M1)	Siembra_por_dilución	Método_Castellani
X	Media_luna	Bosque_no_intervenido(M1)	Siembra_por_dilución	Método_Castellani
Y	Camino_viejo	Hoja_kale(M1)	Siembra_por_dilución	Método_Castellani

Realizado por: Arce Jessica, 2022

Tabla 2-2: Información de los hongos patógenos del estudio

HONGOS PATÓGENOS	
Código	Especie
FC1P	<i>Fusarium circinatum</i> 1 pátula
FC2P	<i>Fusarium circinatum</i> 2 pátula
FC3P	<i>Fusarium circinatum</i> 3 pátula
FC1R	<i>Fusarium circinatum</i> 1 radiata
FC2R	<i>Fusarium circinatum</i> 2 radiata
FC3R	<i>Fusarium circinatum</i> 3 radiata
CR5	<i>Neoscitalidyum</i> spp.
A.linariae	<i>Alternaria linariae</i>

Realizado por: Arce Jessica, 2022

2.3.1.3. Siembra dual

Se realizaron confrontaciones mediante la técnica de cultivo dual entre patógenos y antagonistas, basados en *Trichoderma* spp., frente a *Fusarium circinatum*, *Neoscitalidium* spp. y *Alternaria linariae*. Se procedió a sembrar los discos de micelios patogénicos y antagonistas, con un diámetro de 5 mm, con la ayuda de un sorbete esterilizado, ubicándolos en los extremos de las cajas petri, tomando en cuenta que, desde el borde de la caja Petri, se consideró dejar un espacio de 1 cm para poder realizar las medidas diametrales de los hongos.

Crecimiento micelial en las confrontaciones antagonistas vs patógeno

La toma de datos del crecimiento micelial de los hongos se las llevó a cabo cada 24 h. Para poder obtener una medida con mayor exactitud, la toma del crecimiento micelial se la realizó durante 4 días, o hasta observar que el antagonista crezca por encima del hongo patógeno y llenara por completo la superficie del medio PDA, por lo tanto, se evaluó el crecimiento micelial midiendo el diámetro en dirección vertical y horizontal del hongo patógeno y del antagonista. Los datos fueron ingresados en una hoja de Excel para seleccionar las cepas con mayor antagonismo contra el patógeno.

Selección del mejor antagonista

Para determinar el mejor tratamiento inhibitor al patógeno se realizaron observaciones y mediciones diametrales de los micelios, o hasta que la caja petri se llene.

- **Indicadores**

- Diámetro micelial del crecimiento de las cepas de *Trichoderma* spp., y patógenos, en cultivos de confrontación.
- La tasa de crecimiento de *Trichoderma* spp., y cepas de patógenos.

2.3.2. Para el cumplimiento del segundo objetivo se utilizó la siguiente metodología

2.3.2.1. Determinación de los mecanismos de acción in vitro de *Trichoderma* spp. contra el hongo fitopatógeno

Las placas Petri con las confrontaciones fueron observados después de 4 -5 días del proceso de crecimiento e incubación de los hongos descritos. Se procedió a realizar los siguientes ensayos de mecanismos de acción in vitro de *Trichoderma* spp.

- **Indicadores**

- Mecanismos de acción que presentan los aislados de *Trichoderma* spp.

Se determinó el tipo de antagonismo de acuerdo con la escala reportada por Bell et al. (1982; citado en Reyes et al., 2012, p. 163), donde:

Tabla 3-2: Escala de Antagonismo de *Trichoderma* spp.

1	<i>Trichoderma</i> spp., sobrecrece completamente al patógeno y cubre totalmente la superficie del medio.
2	<i>Trichoderma</i> spp., sobrecrece las dos terceras partes de la superficie del medio.
3	<i>Trichoderma</i> spp., y el patógeno crecen aproximadamente la mitad de la superficie y ninguno domina al otro.
4	El patógeno coloniza las dos terceras partes de la superficie del medio y resiste la invasión por <i>Trichoderma</i> spp.
5	El patógeno sobrecrece completamente a <i>Trichoderma</i> spp., y ocupa la superficie total del medio.

Fuente: Bell et al, 1982; citado en Reyes et al., 2012

Los resultados fueron analizados usando estadística descriptiva e inferencial, y los mismos fueron presentados en tablas y representados en gráficos.

2.3.3. *Diseño experimental*

Se utilizó un diseño completo al azar (D.C.A.), bifactorial (Factor A, 21 cepas de *Trichoderma* spp. y Factor B, 8 cepas de los hongos patógenos), con tres repeticiones. Para la separación de medias se usó el Test de Tukey al 5%, con tres repeticiones.

2.3.3.1. *Porcentaje de inhibición de crecimiento micelial*

El porcentaje de inhibición de crecimiento micelial (%IM) se determinó a través de la siguiente fórmula:

$$\%IM = \frac{CML - CMI}{CML} * 100$$

Dónde:

CML = Crecimiento micelial libre

CMI = Crecimiento micelial influenciado

%IM = Porcentaje de inhibición micelial

CAPITULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados del crecimiento micelial de las cepas de *Trichoderma* spp. y los diferentes patógenos.

3.1.1. Caracterización de las cepas de *Trichoderma* spp. y *Fusarium circinatum* 1 (pátula)

Como vemos en la Figura 1-3, ambos hongos han crecido en la placa. Se detalla la acción antagonista de *Trichoderma* spp., siendo la cepa con código C que sobretapa al hongo *Fusarium circinatum* 1 (pátula). Inhibiendo un mayor crecimiento de este hongo. En contraste con el poco desarrollo de la cepa *Trichoderma* spp., con código J, la cual no tuvo un efecto visible hacia el patógeno.

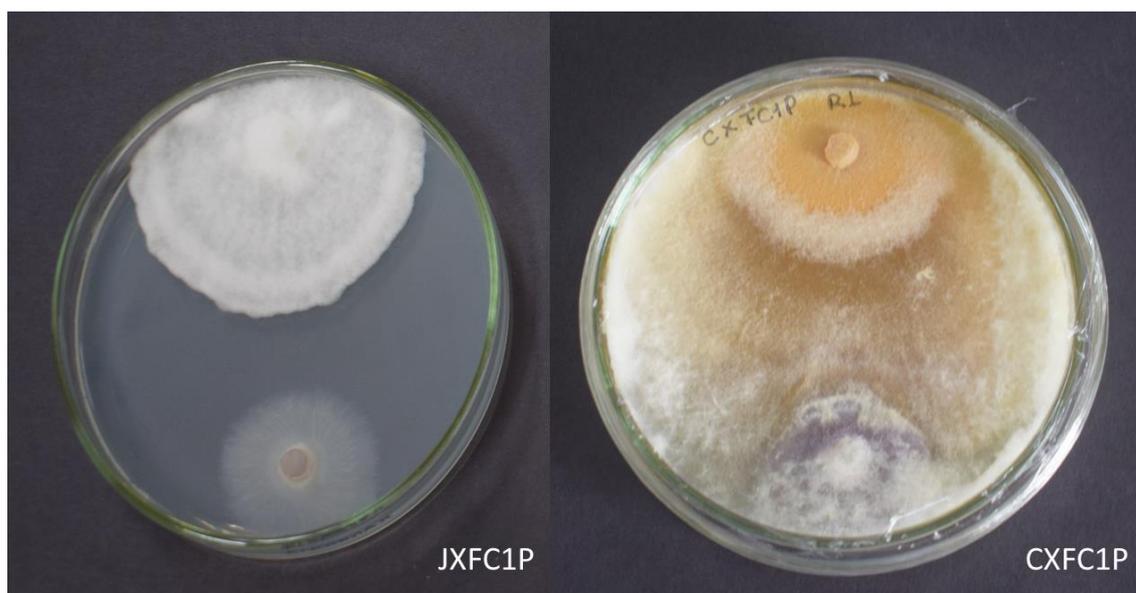


Figura 1-3. Confrontación de las cepas de *Trichoderma* spp. vs. *Fusarium circinatum* 1 (pátula)

Realizado por: Arce Jessica, 2022

De acuerdo con el Gráfico 1-3, se observó que, a las 96 horas de realizada la confrontación, la cepa de *Trichoderma* spp., de código C, fue la que presentó un mejor porcentaje de inhibición frente al patógeno *Fusarium circinatum* 1 pátula, de código FC1P. Por el contrario, la cepa *Trichoderma* spp., codificada J, mostró el menor porcentaje de inhibición.

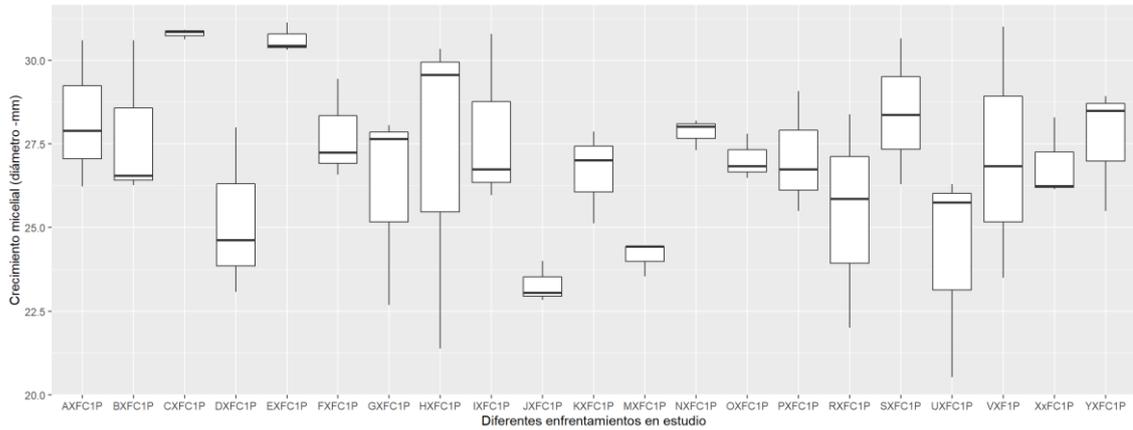


Gráfico 1-3. Confrontación entre los aislados de *Trichoderma* spp. vs. *Fusarium circinatum* 1 (pátula)

Realizado por: Arce Jessica, 2022

Según el análisis de varianza correspondiente, el crecimiento micelial *Trichoderma* spp. y *Fusarium circinatum* 1 (pátula) en la Tabla 1-3, existió significancia, con un valor de 0.0286. La prueba de Tukey al 5%, mostró 3 grupos, la cepa que mayor porcentaje de inhibición presento fue la de codificación C, con un valor de 30.78. Por otro lado, la cepa de *Trichoderma* spp. que menor porcentaje de inhibición presentó fue la de codificación J, con un valor de 23.29, presentado en la Tabla 2-3.

Tabla 1-3: Análisis de varianza para el crecimiento micelial *Trichoderma* spp. y *Fusarium circinatum* 1 (pátula)

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	Significancia
Confrontación	20	211.3	10.563	2.007	0.0286	*
Error	42	221.1	5.264			

Nota:

p-valor: $> 0,01$ y $> 0,05$ = ns (No significativo)

p-valor: $> 0,01$ y $< 0,05$ = * (Significativo)

p-valor: $< 0,01$ y $< 0,05$ = ** (Altamente significativo)

Realizado por: Arce Jessica, 2022

Tabla 2-3: Prueba de Tukey de la tasa de crecimiento micelial de *Trichoderma* spp. y *Fusarium circinatum* 1 (pátula)

Confrontaciones	Diámetros	Nivel de significancia
CXFC1P	30,78833	a
EXFC1P	30,62333	a
SXFC1P	28,44000	ab
SXFC1P	28,44000	ab
AXFC1P	28,23667	ab
IXFC1P	27,83167	ab
BXFC1P	27,80667	ab
FXFC1P	27,75333	ab
YXFC1P	27,63833	ab
VXF1P	27,11333	ab
PXFC1P	27,10167	ab
HXFC1P	27,09167	ab
OXFC1P	27,04000	ab
XxFC1P	26,89167	ab
KXFC1P	26,67000	ab
GXFC1P	26,13500	ab
RXFC1P	25,42000	ab
DXFC1P	25,23167	ab
UXFC1P	24,18833	ab
MXFC1P	24,14167	ab
JXFC1P	23,29500	b

Realizado por: Arce Jessica, 2022

En el Gráfico 2-3 se describe el nivel de antagonismo que presento la confrontación entre los aislados de *Trichoderma* spp. vs el patógeno *Fusarium circinatum* 1 (pátula) codificado como FC1P, indicándonos que 3 aislados alcanzaron el nivel 3 donde el *Trichoderma* y el patógeno crecen aproximadamente la mitad de la superficie y ninguno domina al otro, por su parte 5 aislados alcanzaron el nivel 2, en donde *Trichoderma* sobrecrece las dos terceras partes de la superficie del medio y 13 aislados que conforman la mayoría alcanzaron el nivel que manifiesta un recubrimiento total sobre el patógeno confrontado. El nivel 1 por lo tanto es el que prevaleció en esta confrontación

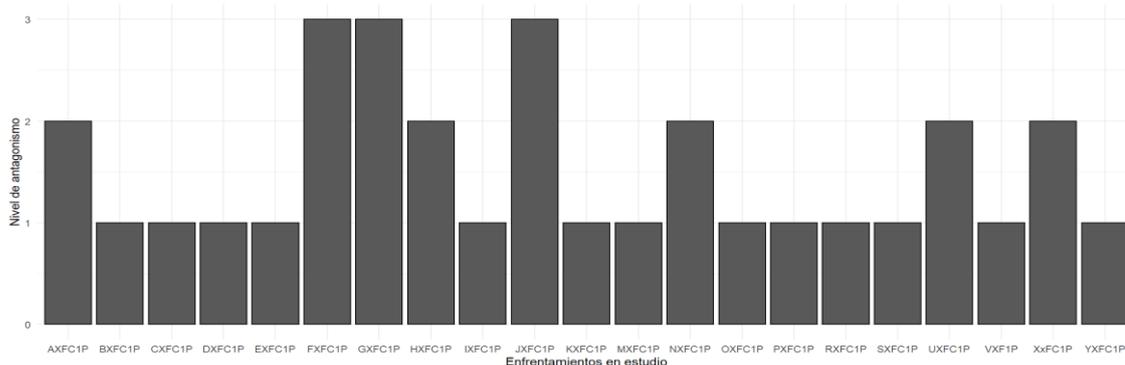


Gráfico 2-3. Nivel de antagonismo de la confrontación entre *Trichoderma* spp. vs. *Fusarium circinatum* 1 (pátula)

Realizado por: Arce Jessica, 2022

3.1.1.1. Porcentaje de Inhibición del crecimiento micelial de la confrontación entre *Trichoderma* spp. vs. *Fusarium circinatum* 1 (pátula)

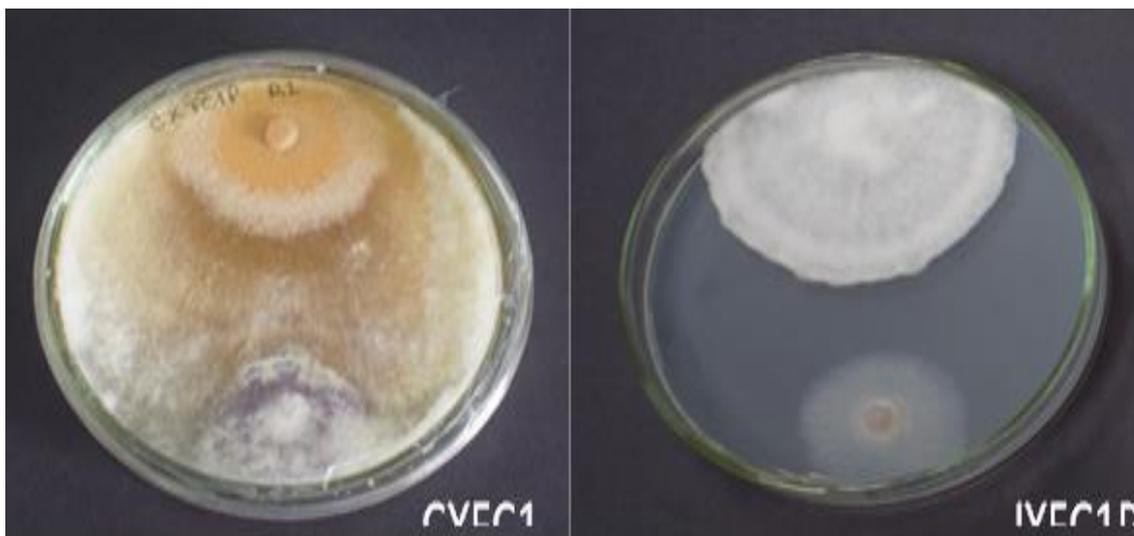


Figura 2-3. Porcentaje de inhibición de la confrontación de las cepas de *Trichoderma* spp. vs. *Fusarium circinatum* 1 (pátula)

Realizado por: Arce Jessica, 2022

Según la Tabla 3-3, podemos observar que en cuanto al porcentaje de inhibición del crecimiento micelial de la confrontación *Trichoderma* spp vs. *Fusarium circinatum* 1 (pátula) la cepa que mayor porcentaje presento fue la de codificación J con un valor de 25,6 y la que presento un menor porcentaje de inhibición fue la codificación C con un valor de 1,6.

Tabla 3-3: Porcentaje de Inhibición *Trichoderma* spp vs. *Fusarium circinatum* 1 (pátula)

Porcentaje de inhibición de crecimiento	
Confrontación	% de Inhibición
AXFC1P	9,8
BXFC1P	11,2
CXFC1P	1,6
DXFC1P	19,4
EXFC1P	2,2
FXFC1P	11,3
GXFC1P	16,5
HXFC1P	13,4
IXFC1P	11,1
JXFC1P	25,6
KXFC1P	14,8
MXFC1P	22,9
NXFC1P	11,1
OXFC1P	13,6
PXFC1P	13,4
RXFC1P	18,8
SXFC1P	9,1
UXFC1P	22,7
VXFC1P	13,4
XxFC1P	14,1
YXFC1P	11,7

Realizado por: Arce Jessica, 2022

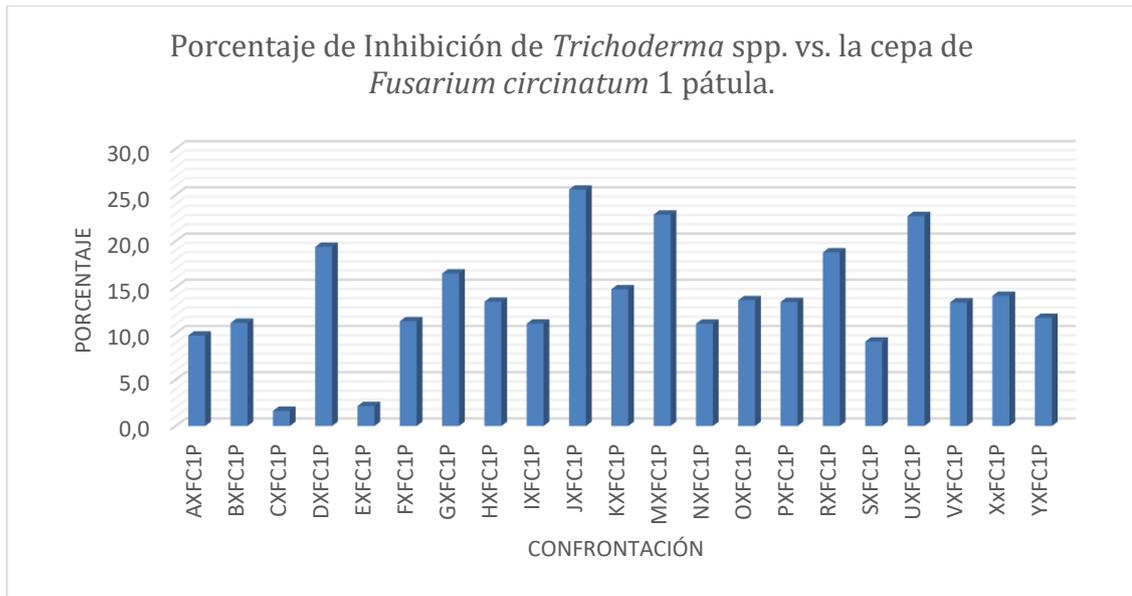


Gráfico 3-3. Porcentaje de Inhibición de *Trichoderma* spp. vs. *Fusarium circinatum* 1 (pátula)

Realizado por: Arce Jessica, 2022

3.1.2. Caracterización de las cepas de *Trichoderma* spp. y *Fusarium circinatum* 2 (pátula)

Como se ve en la Figura 3-3, ambos hongos han crecido en la placa. Se detalla la acción antagonista de *Trichoderma* spp., siendo la cepa con código N que sobre lapa al hongo *Fusarium circinatum* 2 (pátula). Inhibiendo un mayor crecimiento de este hongo. En contraste con el poco desarrollo de la cepa *Trichoderma* spp., con código R, la cual no tuvo un efecto visible hacia el patógeno.



Figura 3-3. Confrontación de las cepas de *Trichoderma* spp. vs. *Fusarium circinatum* 2 (pátula)

Realizado por: Arce Jessica, 2022

De acuerdo con el Gráfico 4-3, se observó que a las 96 horas de realizada la confrontación, la cepa de *Trichoderma* spp., de código N, fue la que presentó un mejor porcentaje de inhibición frente al patógeno *Fusarium circinatum* 2 (pátula), de código FC2P. Por el contrario, la cepa *Trichoderma* spp., codificada R, mostró el menor porcentaje de inhibición.

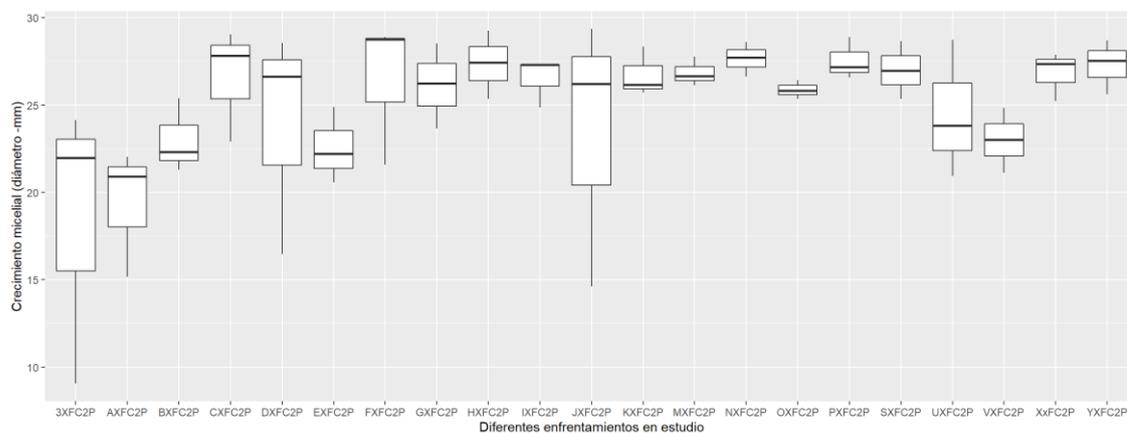


Gráfico 4-3. Confrontación entre los aislados de *Trichoderma* spp. vs. *Fusarium circinatum* 2 (pátula)

Realizado por: Arce Jessica, 2022

Según el análisis de varianza correspondiente, el crecimiento micelial de *Trichoderma* spp. y *Fusarium circinatum* 2 (pátula) en la Tabla 4-3, no existió significancia, con un valor de 0.0777. La prueba de Tukey al 5% nos mostró un solo grupo, donde, la cepa que mayor porcentaje de inhibición presento es la de codificación N, con un valor de 27.65 por otro lado, la cepa de *Trichoderma* spp. que menor porcentaje de inhibición presento fue la de codificación R con un valor de 18,38 presentado en la Tabla 5-3.

Tabla 4-3: Análisis de varianza para el crecimiento micelial *Trichoderma* spp. y *Fusarium circinatum* 2 (pátula)

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	Significancia
Confrontación	20	420.9	21.04	1.681	0,0777	Ns
Error	42	525.8	12.52			

Nota:

p-valor: > 0,01 y > 0,05 = ns (No significativo)

p-valor: > 0,01 y < 0,05 = * (Significativo)

p-valor: < 0,01 y < 0,05 = ** (Altamente significativo)

Realizado por: Arce Jessica, 2022

Tabla 5-3: Prueba de Tukey de la tasa de crecimiento micelial de *Trichoderma* spp. y *Fusarium circinatum* 2 (pátula)

Confrontaciones	Diámetro	Rangos de significancia
NXFC2P	27.65000	a
PXFC2P	27.54500	a
HXFC2P	27.34500	a
YXFC2P	27.28000	a
SXFC2P	26.99333	a
MXFC2P	26.85000	a
XXFC2P	26.81833	a
KXFC2P	26.73500	a
CXFC2P	26.58333	a
IXFC2P	26.49500	a
FXFC2P	26.40333	a
GXFC2P	26.13167	a
OXFC2P	26.13167	a
UXFC2P	24.49667	a
DXFC2P	23.88000	a
JXFC2P	23.39167	a
BXFC2P	23.00000	a
VXFC2P	22.98667	a
EXFC2P	22.55167	a
AXFC2P	19.36000	a
RXFC2P	18.38000	a

Realizado por: Arce Jessica, 2022

En el Gráfico 5-3 se describe el nivel de antagonismo que presento la confrontación entre los aislados de *Trichoderma* spp. vs el patógeno *Fusarium circinatum* 2 (pátula) codificado como FC2P, indicándonos que 2 aislados alcanzaron el nivel 3 donde el *Trichoderma* y el patógeno crecen aproximadamente la mitad de la superficie y ninguno domina al otro, por su parte 12 aislados alcanzaron el nivel 2, que conforman la mayoría en donde *Trichoderma* sobrecrece las dos terceras partes de la superficie del medio y 7 aislados que alcanzaron el nivel que manifiesta un recubrimiento total sobre el patógeno confrontado. El nivel 2 por lo tanto es el que prevaleció en esta confrontación.

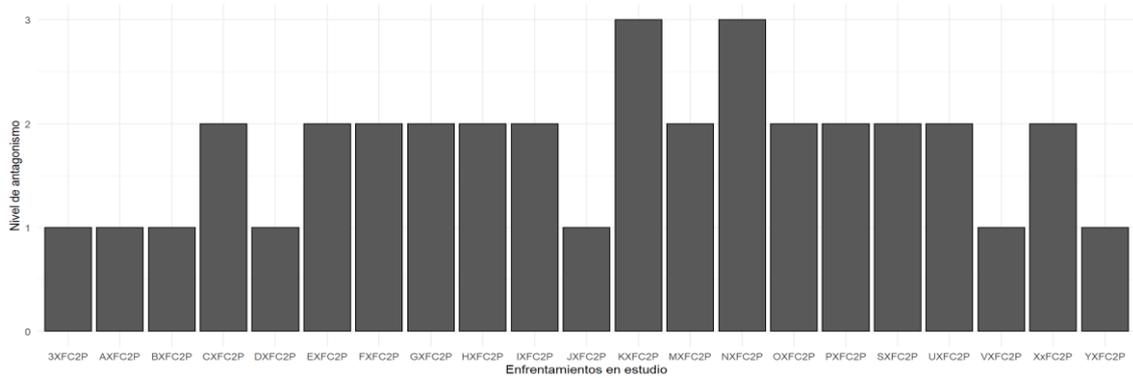


Gráfico 5-3. Nivel de antagonismo entre los aislados de *Trichoderma* spp. vs *Fusarium circinatum* 2 (pátula).

Realizado por: Arce Jessica, 2022

3.1.2.1. Porcentaje de Inhibición del crecimiento micelial de la confrontación entre *Trichoderma* spp. vs. *Fusarium circinatum* 2 (pátula)

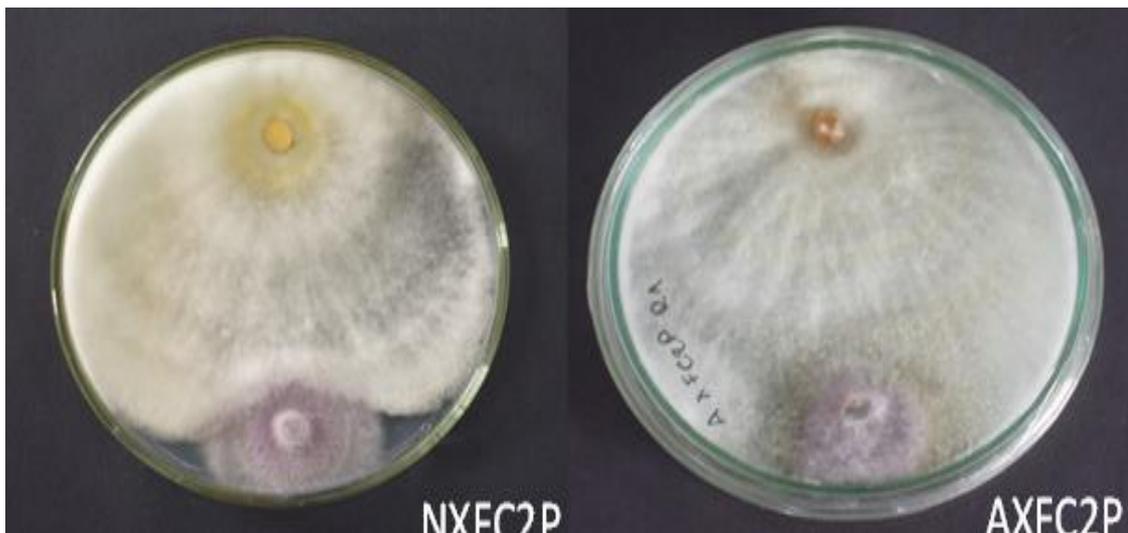


Figura 4-3. Porcentaje de inhibición de la confrontación de las cepas de *Trichoderma* spp. vs. *Fusarium circinatum* 2 (pátula)

Realizado por: Arce Jessica, 2022

Según la Tabla 6-3, podemos observar que en cuanto al porcentaje de inhibición del crecimiento micelial de la confrontación *Trichoderma* spp vs. *Fusarium circinatum* 2 (pátula), la cepa que mayor porcentaje presentó fue la de codificación A con un valor de 32,9 y la que presentó un menor porcentaje de inhibición fue la codificación N con un valor de 6,2.

Tabla 6-3: Porcentaje de Inhibición *Trichoderma* spp. vs. *Fusarium circinatum* 2 (pátula)

Porcentaje de Inhibición	
Confrontación	% de Inhibición
AXFC2P	32,9
BXFC2P	22,5
CXFC2P	13,1
DXFC2P	22,8
EXFC2P	23,2
FXFC2P	12,1
GXFC2P	12,1
HXFC2P	7,0
IXFC2P	11,3
JXFC2P	12,4
KXFC2P	8,4
MXFC2P	8,7
NXFC2P	6,2
OXFC2P	11,6
PXFC2P	5,8
RXFC2P	24,8
SXFC2P	7,6
UXFC2P	18,1
VXFC2P	22,1
XXFC2P	9,4
YXFC2P	7,6

Realizado por: Arce Jessica, 2022

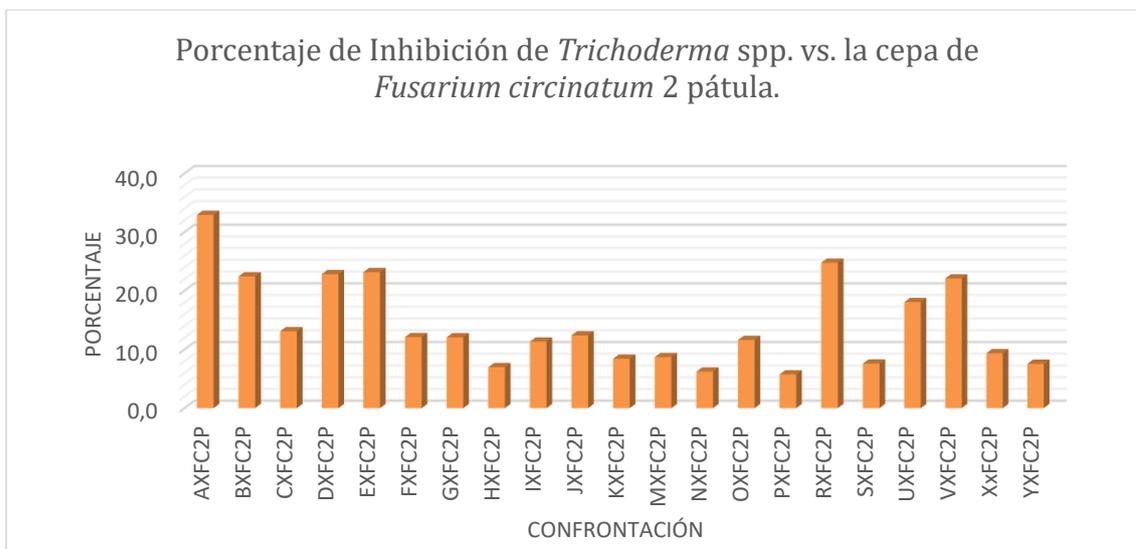


Gráfico 6-3. Porcentaje de inhibición de *Trichoderma* spp vs. *Fusarium circinatum* 2 (pátula).

Realizado por: Arce Jessica, 2022

3.1.3. Caracterización de las cepas de *Trichoderma* spp. y *Fusarium circinatum* 3

Como se ve en la Figura 5-3, ambos hongos han crecido en la placa. Se detalla la acción antagónica de *Trichoderma* spp., siendo la cepa con código V que sobre lapa al hongo *Fusarium circinatum* 3 (pátula). Inhibiendo un mayor crecimiento de este hongo. En contraste con el poco desarrollo de la cepa *Trichoderma* spp., con código B, la cual no tuvo un efecto visible hacia el patógeno.

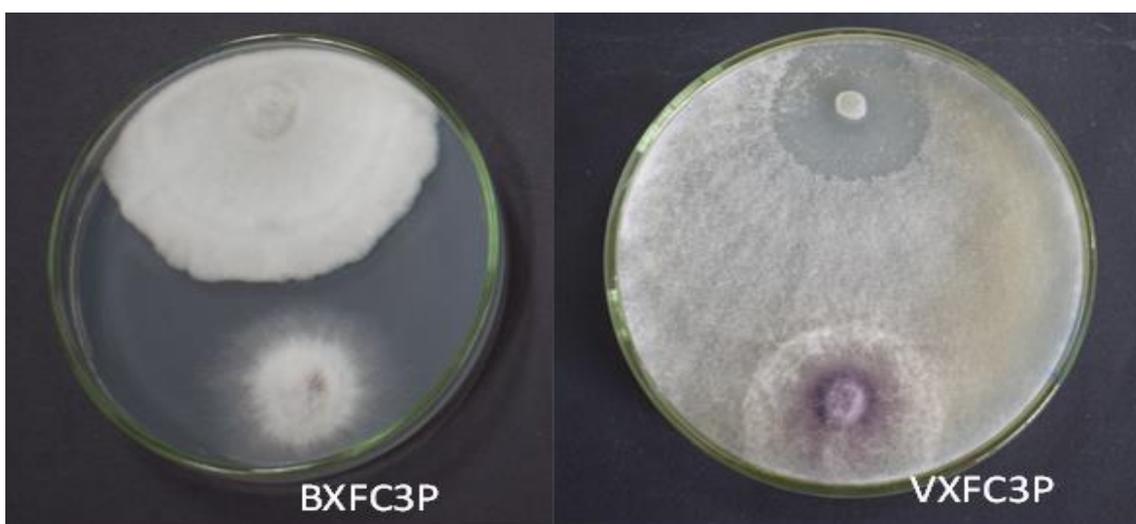


Figura 5-3. Confrontación de las cepas de *Trichoderma* spp. vs. *Fusarium circinatum* 3 (pátula)

Realizado por: Arce Jessica, 2022

De acuerdo al Gráfico 7-3, se observó que, a las 96 horas de realizada la confrontación, la cepa de *Trichoderma* spp., de código B, fue la que presentó un mejor porcentaje de inhibición frente al patógeno *Fusarium circinatum* 3 (pátula), de código FC3P. Por el contrario, la cepa *Trichoderma* spp., codificada F, mostró el menor porcentaje de inhibición

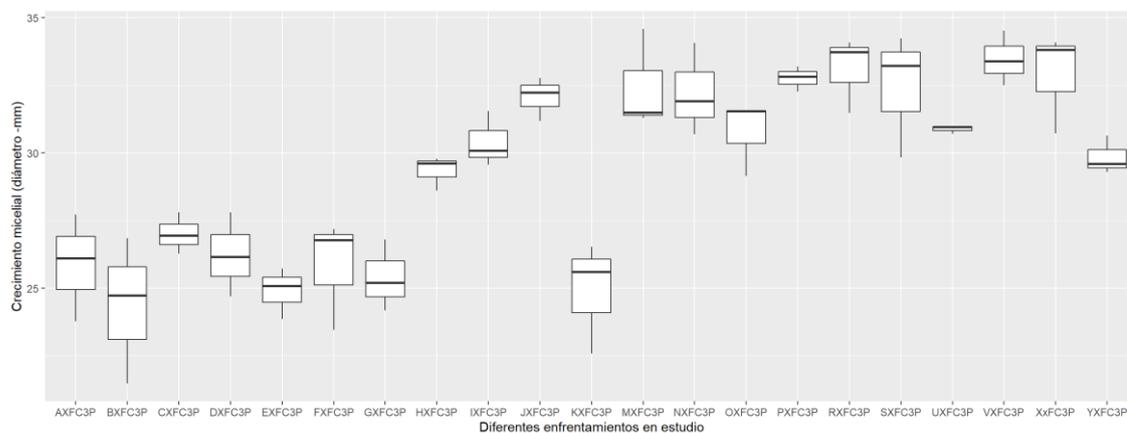


Gráfico 7-3. Confrontación entre los aislados de *Trichoderma* spp. vs. *Fusarium circinatum* 3 (pátula)

Elaborado por: Arce Jessica, 2022

Según el análisis de varianza correspondiente, el crecimiento micelial *Trichoderma* spp., y *Fusarium circinatum* 2 (pátula) en la Tabla 7-3, presentó valores altamente significativos con un valor de 1.01e-12. La prueba de Tukey al 5%, mostró nueve grupos, donde, la cepa que mayor porcentaje de crecimiento micelial presentada fue la de codificación V, con un valor de 33.46. Por otro lado, la cepa de *Trichoderma* spp., que menor porcentaje de crecimiento micelial exhibió fue la de codificación B, con un valor de 24.35, presentado en la Tabla 8-3.

Tabla 7-3: Análisis de varianza para el crecimiento micelial *Trichoderma* spp. y *Fusarium circinatum* 3 (pátula)

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	Significancia
Confrontación	20	645	32.25	14.1	1.01e-12	***
Error	42	96	2.29			

Nota:

p-valor: > 0,01 y > 0,05 = ns (No significativo)

p-valor: > 0,01 y < 0,05 = * (Significativo)

p-valor: < 0,01 y < 0,05 = ** (Altamente significativo)

Realizado por: Arce Jessica, 2022

Tabla 8-3: Prueba de Tukey de la tasa de crecimiento micelial de *Trichoderma* spp. y *Fusarium circinatum* 3 (pátula)

Confrontaciones	Diámetro	Rangos de significancia
VXFC3P	33,46000	a
RXFC3P	33,08333	a
XXFC3P	32,86500	a
PXFC3P	32,74883	a
MXFC3P	32,45167	a
SXFC3P	32,42167	a
NXFC3P	32,21667	a
JXFC3P	32,05333	a
UXFC3P	30,88333	ab
OXFC3P	30,75833	ab
IXFC3P	30,40000	abc
YXFC3P	29,84167	abcd
HXFC3P	29,33333	abcde
CXFC3P	27,01167	bcdef
DXFC3P	26,22667	bcdef
AXFC3P	25,87000	cdef
FXFC3P	25,80833	cdef
GXFC3P	25,39667	def
KXFC3P	24,91333	df
EXFC3P	24,89333	df
BXFC3P	24,35333	f

Realizado por: Arce Jessica, 2022

En el Gráfico 8-3 se describe el nivel de antagonismo que presento la confrontación entre los aislados de *Trichoderma* spp. vs el patógeno *Fusarium circinatum* 3 (pátula) codificado como FC3P, indicándonos que 7 aislados alcanzaron el nivel 2, que conforman la mayoría en donde *Trichoderma* sobrecrece las dos terceras partes de la superficie del medio y 14 aislados que alcanzaron el nivel que manifiesta un recubrimiento total sobre el patógeno confrontado. El nivel 2 por lo tanto es el que prevaleció en esta confrontación.

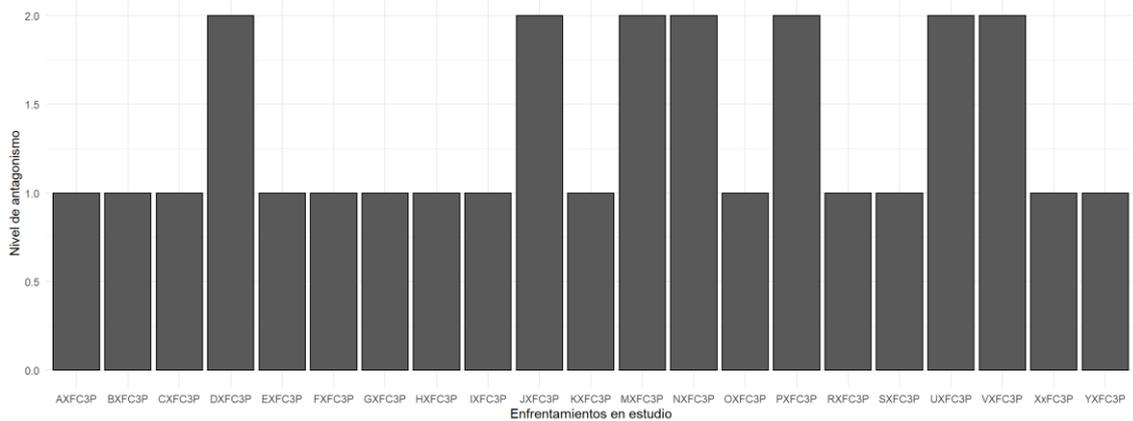


Gráfico 8-3. Nivel de antagonismo entre los aislados de *Trichoderma* spp. vs. *Fusarium circinatum* 3 (pátula)

Realizado por: Arce Jessica, 2022

3.1.3.1. Porcentaje de Inhibición de la confrontación de *Trichoderma* spp. vs. la cepa de *Fusarium circinatum* 3 pátula

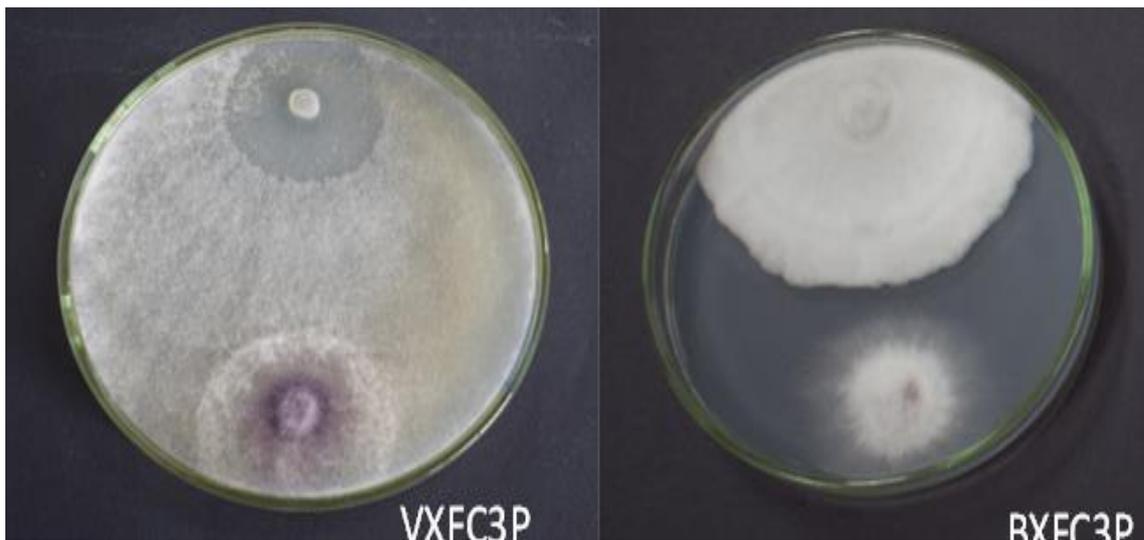


Figura 6-3. Porcentaje de Inhibición de la confrontación de las cepas de *Trichoderma* spp. vs. *Fusarium circinatum* 3 (pátula)

Realizado por: Arce Jessica, 2022

Según la Tabla 9-3, podemos observar que en cuanto al porcentaje de inhibición del crecimiento micelial de la confrontación *Trichoderma* spp vs. *Fusarium circinatum* 3 (pátula), la cepa que mayor porcentaje presento fue la de codificación B con un valor de 30,0 y la que presento un menor porcentaje de inhibición fue la codificación V con un valor de 3,8.

Tabla 9-3: Porcentaje de Inhibición *Trichoderma* spp. vs. *Fusarium circinatum* 3 pátula

Porcentaje de Inhibición	
Confrontación	% de Inhibición
AXFC3P	25,6
BXFC3P	30,0
CXFC3P	22,3
DXFC3P	24,6
EXFC3P	28,4
FXFC3P	25,8
GXFC3P	27,0
HXFC3P	15,7
IXFC3P	12,6
JXFC3P	7,8
KXFC3P	28,4
MXFC3P	6,7
NXFC3P	7,4
OXFC3P	11,6
PXFC3P	5,8
RXFC3P	4,9
SXFC3P	6,8
UXFC3P	11,2
VXFC3P	3,8
XxFC3P	5,5
YXFC3P	14,2

Realizado por: Arce Jessica, 2022

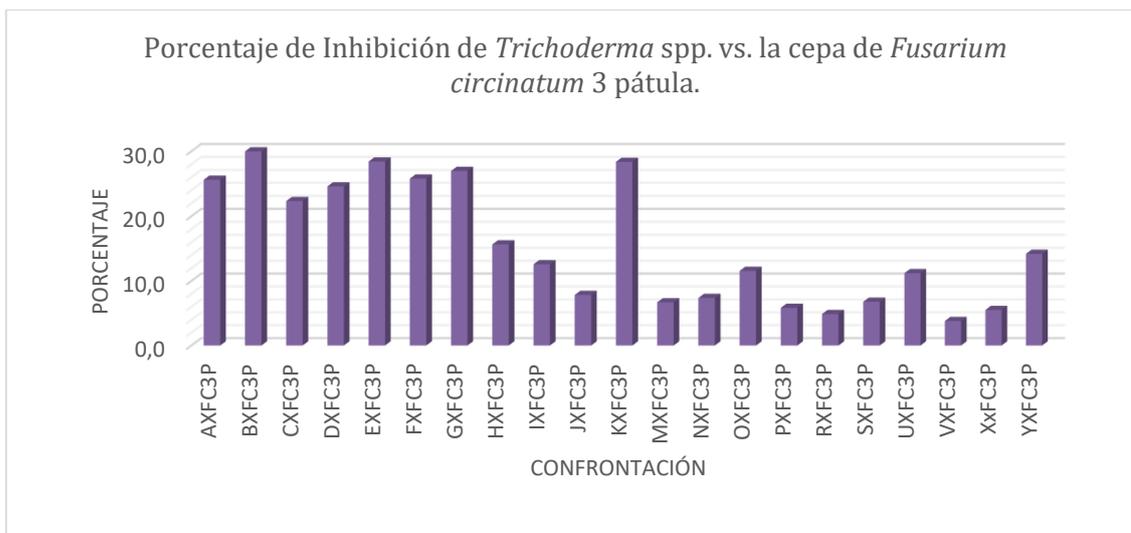


Gráfico 9-3. Porcentaje de Inhibición de *Trichoderma* spp. vs. *Fusarium circinatum* 3 (pátula)

Realizado por: Arce Jessica, 2022

3.1.4. Caracterización de las cepas de *Trichoderma* spp. y *Fusarium circinatum* 1 (*radiata*)

Como vemos en la Figura 7-3, ambos hongos han crecido en la placa. Se detalla la acción antagonista de *Trichoderma* spp., siendo la cepa con código M que sobrepasa al hongo *Fusarium circinatum* 1 (*radiata*). Inhibiendo un mayor crecimiento de este hongo. En contraste con el poco desarrollo de la cepa *Trichoderma* spp., con código E, la cual no tuvo un efecto visible hacia el patógeno.

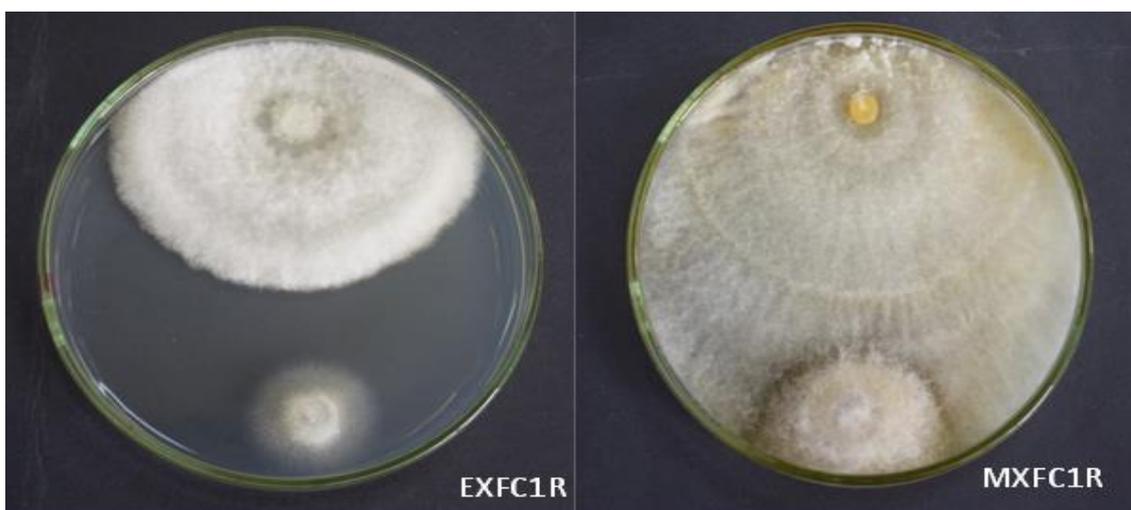


Figura 7-3. Confrontación de las cepas de *Trichoderma* spp. vs. *Fusarium circinatum* 1 (*radiata*)

Realizado por: Arce Jessica, 2022

De acuerdo con el Gráfico 10-3, se observó que a las 96 horas de realizada la confrontación, la cepa de *Trichoderma* spp., de código M, fue la que presentó un mejor porcentaje de inhibición, frente al patógeno *Fusarium circinatum* 1 (radiata), de código FC1R. Por el contrario, la cepa *Trichoderma* spp., codificada E, mostró el menor porcentaje de inhibición.

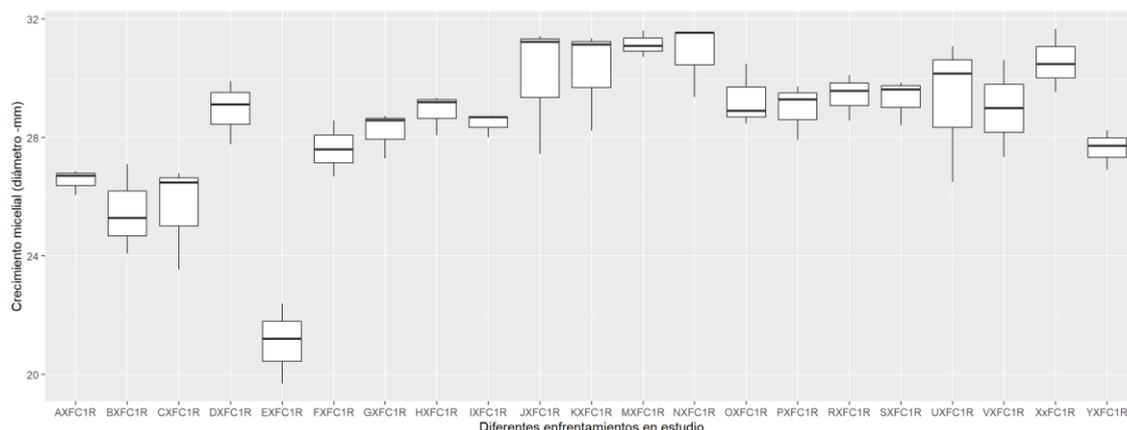


Gráfico 10-3. Confrontación entre los aislados de *Trichoderma* spp. vs. *Fusarium circinatum* 1 (radiata)

Realizado por: Arce Jessica, 2022

Según el análisis de varianza correspondiente, el crecimiento micelial *Trichoderma* spp., y *Fusarium circinatum* 1 (radiata) en la Tabla 10-3, presentó valores altamente significativos, con un valor de 6.23e-10. La prueba de Tukey al 5%, mostró seis grupos, donde, la cepa que mayor porcentaje de inhibición mostrada fue la de codificación M, con un valor de 31.14. Por otro lado, la cepa de *Trichoderma* spp., que menor porcentaje de inhibición exhibió fue la de codificación E, con un valor de 21.10, presentado en la Tabla 11-3.

Tabla 10-3: Análisis de varianza para el crecimiento micelial *Trichoderma* spp. y *Fusarium circinatum* 1 (radiata)

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	Significancia
Confrontación	20	308.81	15.440	9.548	6.23e-10	***
Error	42	67.92	1.617			

Nota:

p-valor: > 0,01 y > 0,05 = ns (No significativo)

p-valor: > 0,01 y < 0,05 = * (Significativo)

p-valor: < 0,01 y < 0,05 = ** (Altamente significativo)

Realizado por: Arce Jessica, 2022

Tabla 11-3: Prueba de Tukey de la tasa de crecimiento micelial de *Trichoderma* spp. y *Fusarium circinatum* 1 (radiata)

Confrontaciones	Diámetro	Rango de significancia
MXFC1R	31,14667	a
NXFC1R	30,82167	a
XXFC1R	30,56667	a
KXFC1R	30,24167	ab
JXFC1R	30,04000	ab
RXFC1R	29,42500	ab
SXFC1R	29,30167	abc
OXFC1R	29,29333	abc
UXFC1R	29,25333	abc
VXFC1R	28,98667	abc
PXFC1R	28,97833	abc
DXFC1R	28,93333	abc
HXFC1R	28,87500	abc
IXFC1R	28,47167	abc
GXFC1R	28,20333	abc
YXFC1R	27,63833	abc
FXFC1R	27,62000	abc
AXFC1R	26,54333	bc
CXFC1R	25,61000	c
BXFC1R	25,49000	c
EXFC1R	21,10333	d

Realizado por: Arce Jessica, 2022

En el Gráfico 11-3 se describe el nivel de antagonismo que presentó la confrontación entre los aislados de *Trichoderma* spp. vs el patógeno *Fusarium circinatum* 1 (radiata) codificado como FC1R, indicándonos que 4 aislados alcanzaron el nivel 3 donde el *Trichoderma* y el patógeno crecen aproximadamente la mitad de la superficie y ninguno domina al otro, por su parte 5 aislados alcanzaron el nivel 2, en donde *Trichoderma* sobrecrece las dos terceras partes de la superficie del medio y 12 aislados que conforman la mayoría alcanzaron el nivel que manifiesta un recubrimiento total sobre el patógeno confrontado. El nivel 1 por lo tanto es el que prevaleció en esta confrontación.

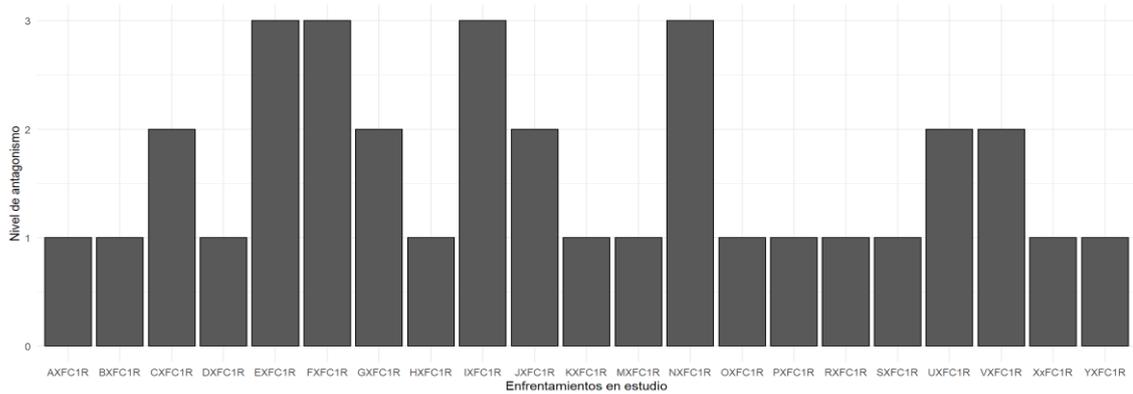


Gráfico 11-3. Nivel de antagonismo entre los aislados de *Trichoderma* spp. vs *Fusarium circinatum* 1 (radiata).

Realizado por: Arce Jessica, 2022

3.1.4.1. Porcentaje de Inhibición de la confrontación de *Trichoderma* spp. vs. la cepa de *Fusarium circinatum* 1 radiata.

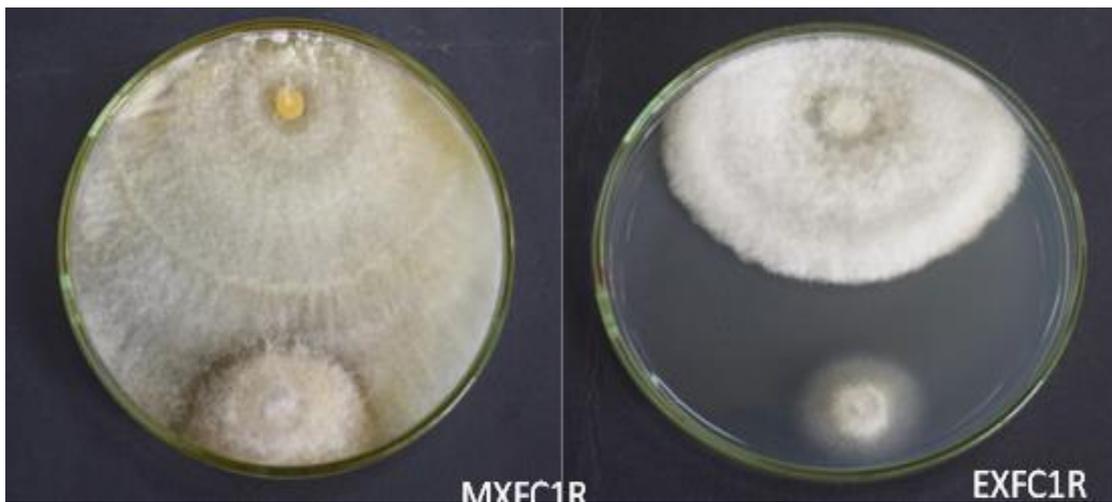


Figura 8-3. Porcentaje de inhibición de la confrontación de las cepas de *Trichoderma* spp. vs. *Fusarium circinatum* 1 (radiata)

Realizado por: Arce Jessica, 2022

Según la Tabla 12-3, podemos observar que en cuanto al porcentaje de inhibición del crecimiento micelial de la confrontación *Trichoderma* spp vs. *Fusarium circinatum* 1 (radiata), la cepa que mayor porcentaje presento fue la de codificación E con un valor de 34,13 y la que presento un menor porcentaje de inhibición fue la codificación M con un valor de 3.

Tabla 12-3: Porcentaje de Inhibición *Trichoderma* spp. vs. *Fusarium circinatum* 1 (radiata)

Porcentaje de Inhibición	
Confrontación	% de Inhibición
AXFC1R	17,3
BXFC1R	20,6
CXFC1R	20,2
DXFC1R	9,9
EXFC1R	34,3
FXFC1R	14,0
GXFC1R	12,1
HXFC1R	10,0
IXFC1R	11,3
JXFC1R	6,4
KXFC1R	5,8
MXFC1R	3,0
NXFC1R	4,0
OXFC1R	8,7
PXFC1R	9,7
RXFC1R	8,3
SXFC1R	8,7
UXFC1R	8,9
VXFC1R	9,7
XxFC1R	4,8
YXFC1R	13,9

Realizado por: Arce Jessica, 2022

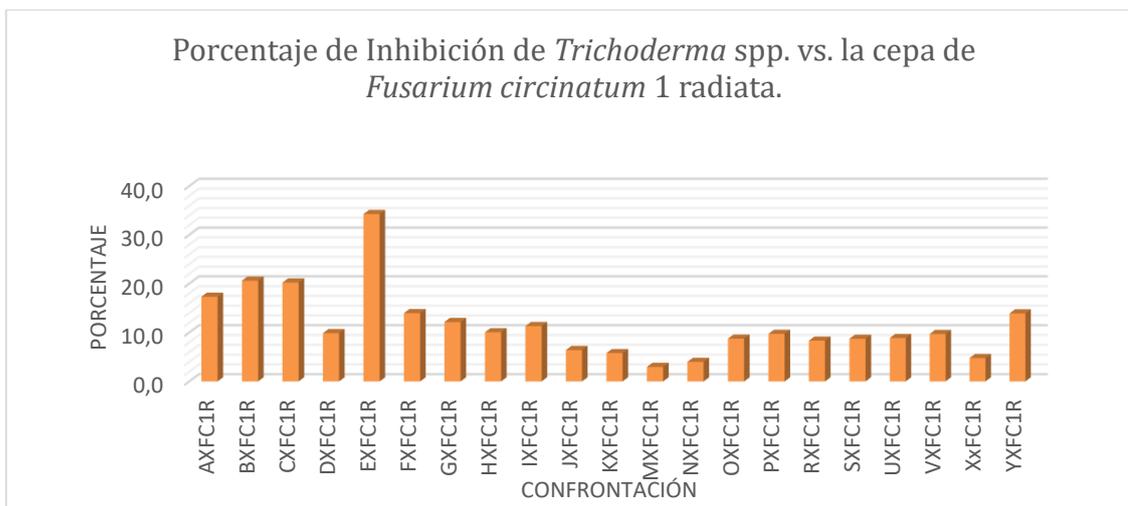


Gráfico 12-3. Porcentaje de Inhibición de *Trichoderma* spp. vs. *Fusarium circinatum* 1 (radiata)

Realizado por: Arce Jessica, 2022

3.1.5. Caracterización de las cepas de *Trichoderma* spp. y *Fusarium Circinatum* 2 (radiata)

Como se ve en la Figura 9-3, ambos hongos han crecido en la placa. Se detalla la acción antagonista de *Trichoderma* spp., siendo las cepas con código N y con código J que sobretapan al hongo *Fusarium circinatum* 2 (radiata). Ambos, en un primer análisis visual, aparentemente, inhiben de manera contundente al patógeno.

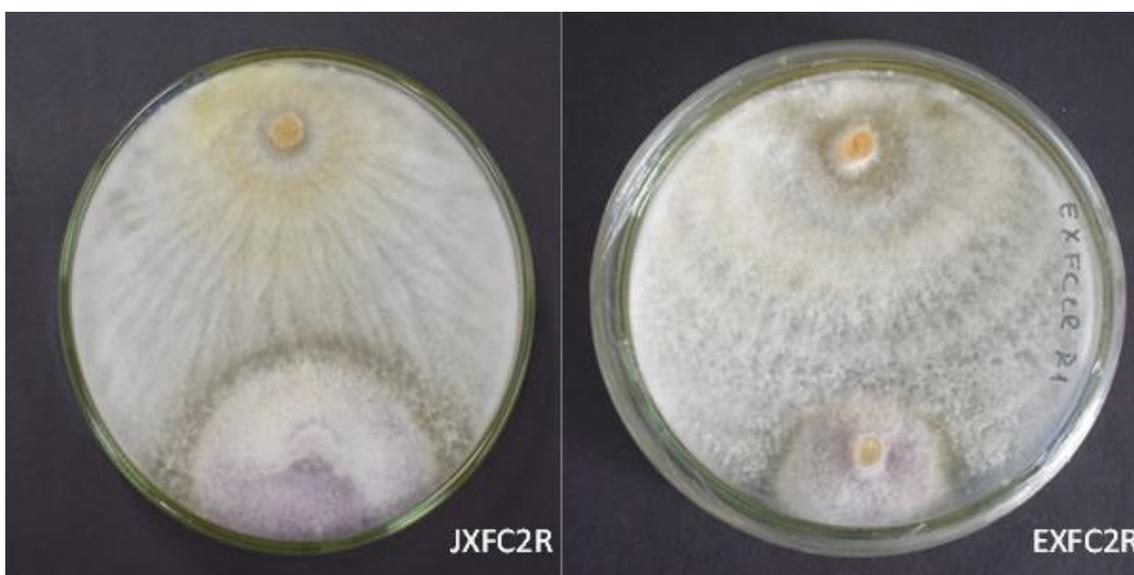


Figura 9-3. Confrontación de las cepas de *Trichoderma* spp. vs. *Fusarium circinatum* 2 (radiata)

Realizado por: Arce Jessica, 2022

De acuerdo con el Gráfico 13-3, se observó que a las 96 horas de realizada la confrontación, la cepa de *Trichoderma* spp., de código E, fue la que presentó un mejor porcentaje de inhibición

frente al patógeno *Fusarium circinatum* 2 (radiata), de código FC2R. Por el contrario, la cepa *Trichoderma* spp., codificada J, mostró el menor porcentaje de inhibición.

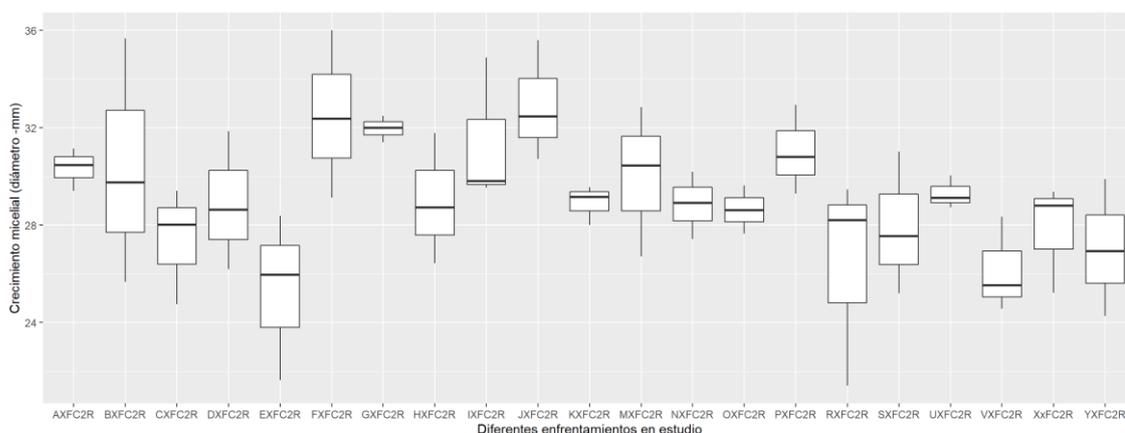


Gráfico 13-3. Confrontación entre los aislados de *Trichoderma* spp. vs. *Fusarium circinatum* 2 (radiata)

Realizado por: Arce Jessica, 2022

Según el análisis de varianza correspondiente, el crecimiento micelial *Trichoderma* spp., y *Fusarium circinatum* 3 (radiata) en la Tabla 13-3, presentó niveles significativos con un valor de 0.0402. La prueba de Tukey al 5%, mostró un solo grupo, donde, la cepa que mayor porcentaje de inhibición mostrada fue la de codificación J, con un valor de 32.91. Por otro lado, la cepa de *Trichoderma* spp., que menor porcentaje de inhibición exhibió fue la de codificación E, con un valor de 25.32, presentado en la Tabla 14-3.

Tabla 13-3: Análisis de varianza para el crecimiento micelial *Trichoderma* spp. y *Fusarium circinatum* 2 (radiata)

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	Significancia
Confrontación	20	264.9	13.247	1.896	0.0402	*
Error	42	293.4	6.986			

Nota:

p-valor: > 0,01 y > 0,05 = ns (No significativo)

p-valor: > 0,01 y < 0,05 = * (Significativo)

p-valor: < 0,01 y < 0,05 = ** (Altamente significativo)

Realizado por: Arce Jessica, 2022

Tabla 14-3: Prueba de Tukey de la tasa de crecimiento micelial de *Trichoderma* spp. y *Fusarium circinatum* 2 (radiata)

Confrontaciones	Diámetro	rango de significancia
JXFC2R	32.91667	a
FXFC2R	32.49500	a
GXFC2R	31.96000	a
IXFC2R	31.40667	a
PXFC2R	31.01000	a
BXFC2R	30.36167	a
AXFC2R	30.34167	a
MXFC2R	30.00000	a
UXFC2R	29.29833	a
HXFC2R	28.97667	a
KXFC2R	28.90833	a
DXFC2R	28.89167	a
NXFC2R	28.83833	a
OXFC2R	28.63667	a
SXFC2R	27.91667	a
XXFC2R	27.80000	a
CXFC2R	27.39333	a
YXFC2R	27.03500	a
RXFC2R	26.35500	a
VXFC2R	26.14833	a
EXFC2R	25.32667	a

Realizado por: Arce Jessica, 2022

En el Gráfico 14-3 se describe el nivel de antagonismo que presentó la confrontación entre los aislados de *Trichoderma* spp. vs el patógeno *Fusarium circinatum* 2 (radiata) codificado como FC2R, indicándonos que 2 aislados alcanzaron el nivel 3 donde el *Trichoderma* y el patógeno crecen aproximadamente la mitad de la superficie y ninguno domina al otro, por su parte 8 aislados alcanzaron el nivel 2, en donde *Trichoderma* sobrecrece las dos terceras partes de la superficie del medio y 11 aislados que conforman la mayoría alcanzaron el nivel que manifiesta un recubrimiento total sobre el patógeno confrontado. El nivel 1 por lo tanto es el que prevaleció en esta confrontación.

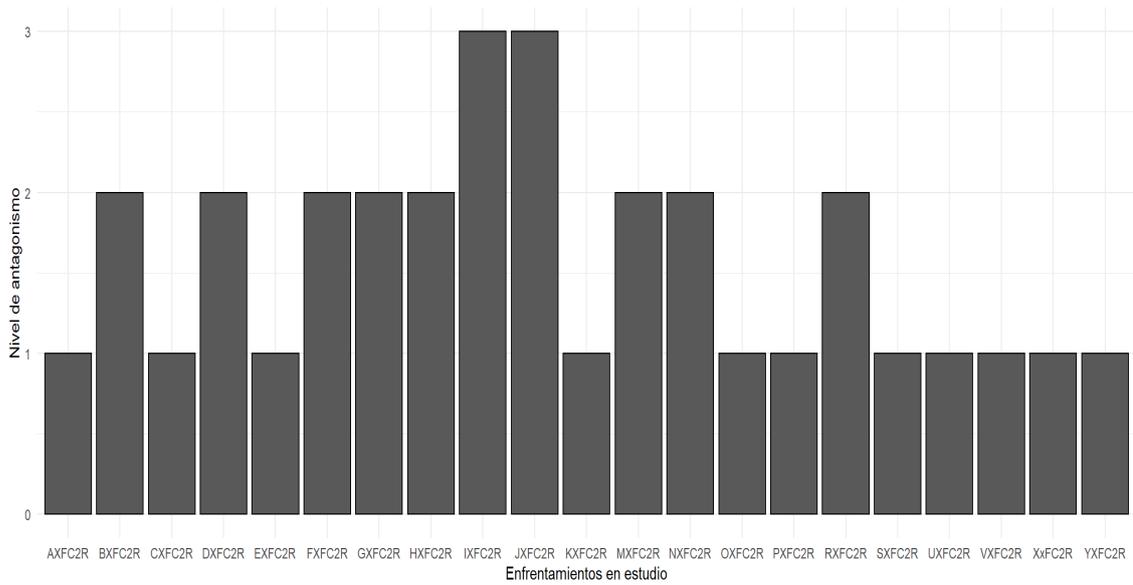


Gráfico 14-4. Nivel de antagonismo entre los aislados de *Trichoderma* spp. vs. *Fusarium circinatum* 2 (radiata).

Realizado por: Arce Jessica, 2022

3.1.5.1. Porcentaje de Inhibición de la confrontación de la cepa de *Trichoderma* spp. vs. la cepa de *Fusarium circinatum* 2 radiata

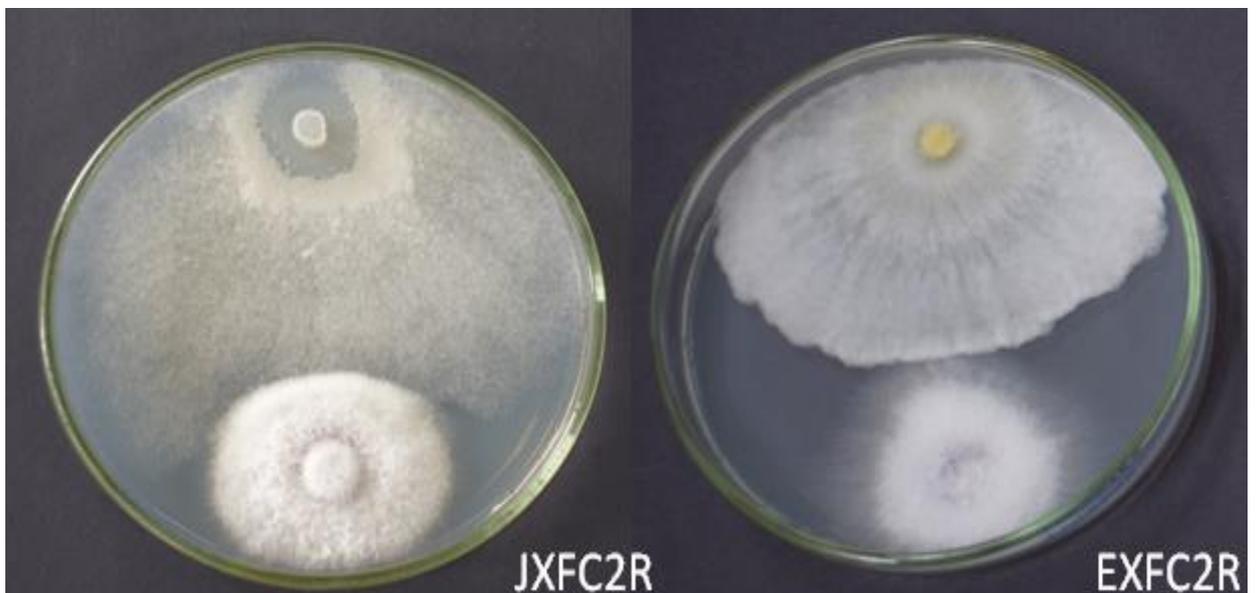


Figura 10-3. Porcentaje de inhibición de la confrontación de *Trichoderma* spp. vs. *Fusarium circinatum* 2 (radiata)

Realizado por: Arce Jessica, 2022

Según la Tabla 15-3, podemos observar que en cuanto al porcentaje de inhibición del crecimiento micelial de la confrontación *Trichoderma* spp vs. *Fusarium circinatum* 2 (radiata), la cepa que mayor porcentaje presento fue la de codificación E con un valor de 29,6 y la que presento un menor porcentaje de inhibición fue la codificación J con un valor de 8,6.

Tabla 15-3: Porcentaje de inhibición *Trichoderma* spp. vs. *Fusarium circinatum* 2 (radiata)

Porcentaje de Inhibición	
Confrontación	% de Inhibición
AXFC2R	15,7
BXFC2R	15,7
CXFC2R	23,9
DXFC2R	19,7
EXFC2R	29,6
FXFC2R	9,7
GXFC2R	11,2
HXFC2R	19,5
IXFC2R	12,8
JXFC2R	8,6
KXFC2R	19,7
MXFC2R	16,7
NXFC2R	19,9
OXFC2R	20,5
PXFC2R	13,9
RXFC2R	26,8
SXFC2R	22,5
UXFC2R	18,6
VXFC2R	27,4
XxFC2R	22,8
YXFC2R	24,9

Elaborado por: Arce Jessica, 2022

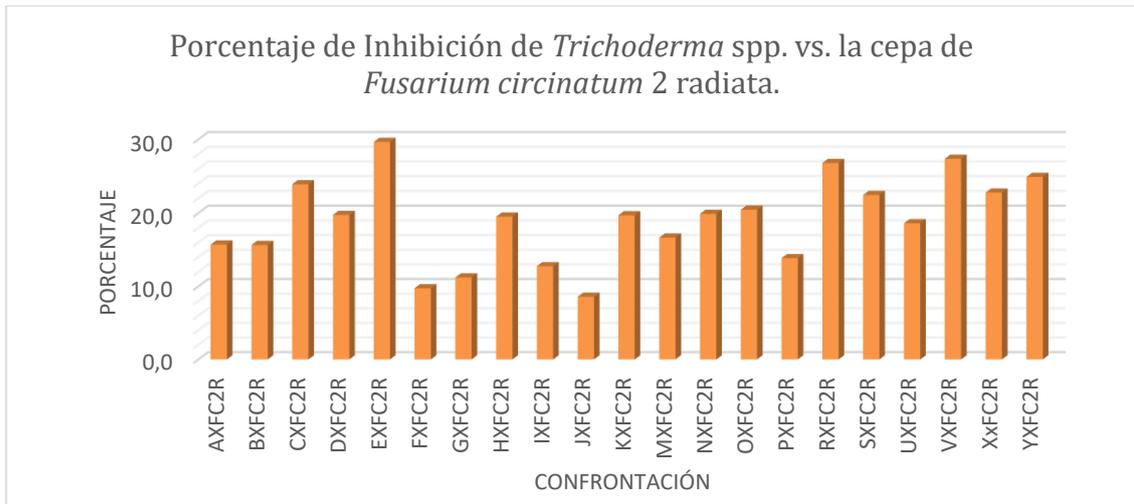


Gráfico 15-3. Porcentaje de Inhibición de *Trichoderma* spp. vs. *Fusarium circinatum* 2 (radiata)

Realizado por: Arce Jessica, 2022

3.1.6. Caracterización de las cepas de *Trichoderma* spp. y *Fusarium circinatum* 3 (radiata)

Como se ve en la Figura 11-3, ambos hongos han crecido en la placa. Se detalla la acción antagonista de *Trichoderma* spp., siendo la cepa con código P que sobretapa al hongo *Fusarium circinatum* 3 (radiata). Inhibiendo un mayor crecimiento de este hongo. En contraste con el poco desarrollo de la cepa *Trichoderma* spp., con código E, la cual no tuvo un efecto visible hacia el patógeno.



Figura 11-3. Confrontación de las cepas de *Trichoderma* spp. vs. *Fusarium circinatum* 3 (radiata)

Realizado por: Arce Jessica, 2022

De acuerdo al Gráfico 16-3, se observó que a las 96 horas de realizada la confrontación, la cepa de *Trichoderma* spp., de código P, fue la que presentó un mejor porcentaje de inhibición frente al patógeno *Fusarium circinatum* 3 (radiata), de código F3CR. Por el contrario, la cepa *Trichoderma* spp., codificada E, mostró el menor porcentaje de inhibición.

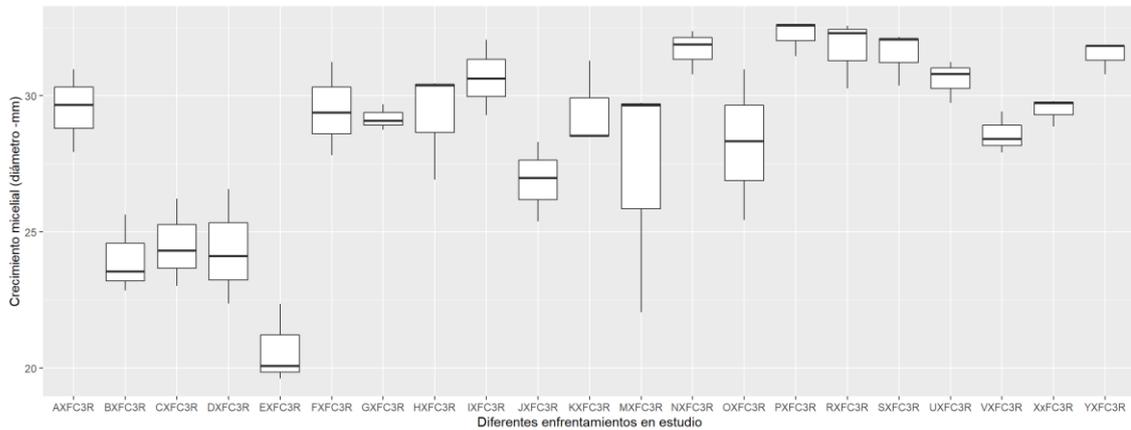


Gráfico 16-3. Confrontación entre los aislados de *Trichoderma* spp. vs. *Fusarium circinatum* 3 (radiata)

Realizado por: Arce Jessica, 2022

Según el análisis de varianza correspondiente, el crecimiento micelial *Trichoderma* spp., y *Fusarium circinatum* 3 (radiata) en la Tabla 16-3, presentó altos niveles significativos con un valor de 4.88e-10. La prueba de Tukey al 5%, mostró ocho grupos, donde, la cepa que mayor porcentaje de inhibición presentada fue la de codificación P, con un valor de 32.22. Por otro lado, la cepa de *Trichoderma* spp., que menor porcentaje de inhibición exhibió fue la de codificación E, con un valor de 20.67, presentado en la Tabla 17-3.

Tabla 16-3: Análisis de varianza para el crecimiento micelial *Trichoderma* spp. y *Fusarium circinatum* 3 (radiata)

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	Significancia
Confrontación	20	554.4	27.721	9.697	4.88e-10	***
Error	42	120.1	2.859			

Nota:

p-valor: > 0,01 y > 0,05 = ns (No significativo)

p-valor: > 0,01 y < 0,05 = * (Significativo)

p-valor: < 0,01 y < 0,05 = ** (Altamente significativo)

Elaborado por: Arce Jessica, 2022

Tabla 17-3: Prueba de Tukey de la tasa de crecimiento micelial de *Trichoderma* spp. y *Fusarium circinatum* 3 (radiata)

Confrontaciones	Diámetro	Rango de significancia
PXFC3R	32,22000	a
RXFC3R	31,70500	ab
NXFC3R	31,67333	ab
SXFC3R	31,52000	ab
YXFC3R	31,47333	ab
IXFC3R	30,65000	ab
UXFC3R	30,58167	ab
AXFC3R	29,51500	abc
FXFC3R	29,47667	abc
XXFC3R	29,46167	abc
KXFC3R	29,43167	abc
HXFC3R	29,24500	abcd
GXFC3R	29,16500	abcd
VXFC3R	28,57500	abcd
OXFC3R	28,23833	abcd
MXFC3R	27,13833	abcd
JXFC3R	26,88333	bcd
CXFC3R	24,51167	cde
DXFC3R	24,34333	cde
BXFC3R	24,00667	de
EXFC3R	20,67667	e

Realizado por: Arce Jessica, 2022

En el Gráfico 17-3 se describe el nivel de antagonismo que presentó la confrontación entre los aislados de *Trichoderma* spp. vs el patógeno *Fusarium circinatum* 3 (radiata) codificado como FC3R, indicándonos que 4 aislados alcanzaron el nivel 3 donde el *Trichoderma* y el patógeno crecen aproximadamente la mitad de la superficie y ninguno domina al otro, por su parte 8 aislados alcanzaron el nivel 2, en donde *Trichoderma* sobrecrece las dos terceras partes de la superficie del medio y 9 aislados que conforman la mayoría alcanzaron el nivel que manifiesta un recubrimiento total sobre el patógeno confrontado. El nivel 1 por lo tanto es el que prevaleció en esta confrontación.

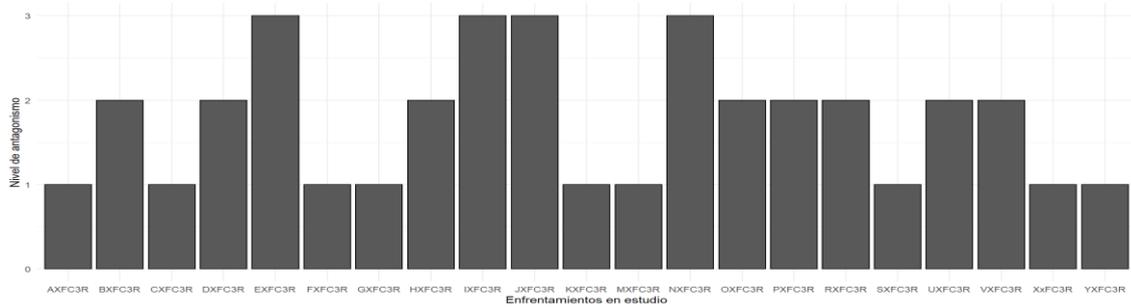


Gráfico 17-3. Nivel de antagonismo entre los aislados de *Trichoderma* spp. vs. *Fusarium circinatum* 3 (radiata)

Realizado por: Arce Jessica, 2022

3.1.6.1. Porcentaje de Inhibición de la confrontación de la cepa de *Trichoderma* spp. vs. la cepa de *Fusarium circinatum* 3 radiata

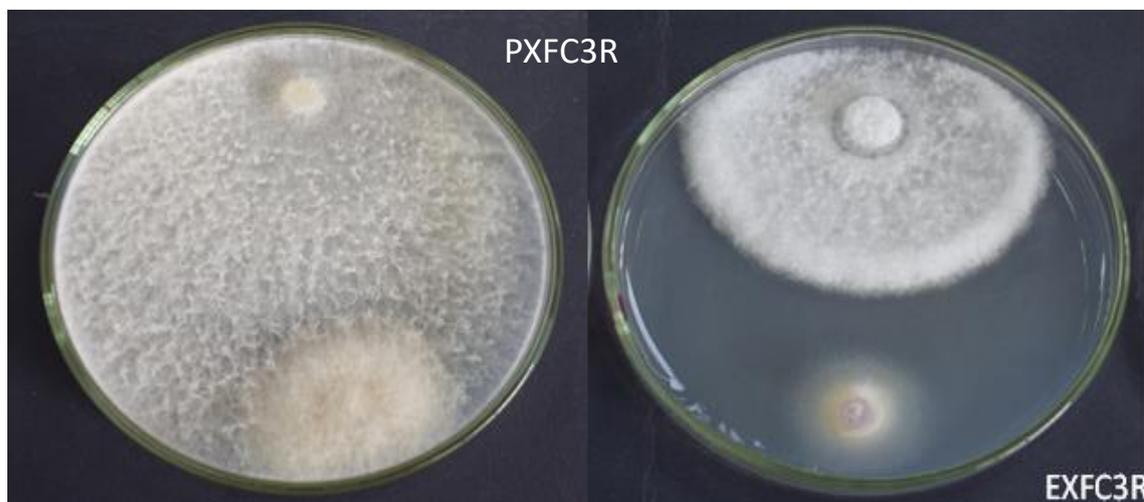


Figura 12-3. Porcentaje de inhibición de la confrontación de *Trichoderma* spp. vs. *Fusarium circinatum* 3 (radiata)

Realizado por: Arce Jessica, 2022

Según la Tabla 18-3, podemos observar que en cuanto al porcentaje de inhibición del crecimiento micelial de la confrontación *Trichoderma* spp vs. *Fusarium circinatum* 3 (radiata), la cepa que mayor porcentaje presento fue la de codificación E con un valor de 36,8 y la que presento un menor porcentaje de inhibición fue la codificación P con un valor de 1,5.

Tabla 18-3: Porcentaje de Inhibición *Trichoderma* spp. vs. *Fusarium circinatum* 3 (radiata)

Porcentaje de Inhibición	
Confrontación	% de Inhibición
AXFC3R	9,7
BXFC3R	26,6
CXFC3R	25,0
DXFC3R	25,6
EXFC3R	36,8
FXFC3R	9,9
GXFC3R	10,8
HXFC3R	10,6
IXFC3R	6,3
JXFC3R	17,8
KXFC3R	10,0
MXFC3R	17,0
NXFC3R	3,1
OXFC3R	13,6
PXFC3R	1,5
RXFC3R	3,0
SXFC3R	3,6
UXFC3R	6,5
VXFC3R	12,6
XxFC3R	9,9
YXFC3R	3,8

Realizado por: Arce Jessica, 2022

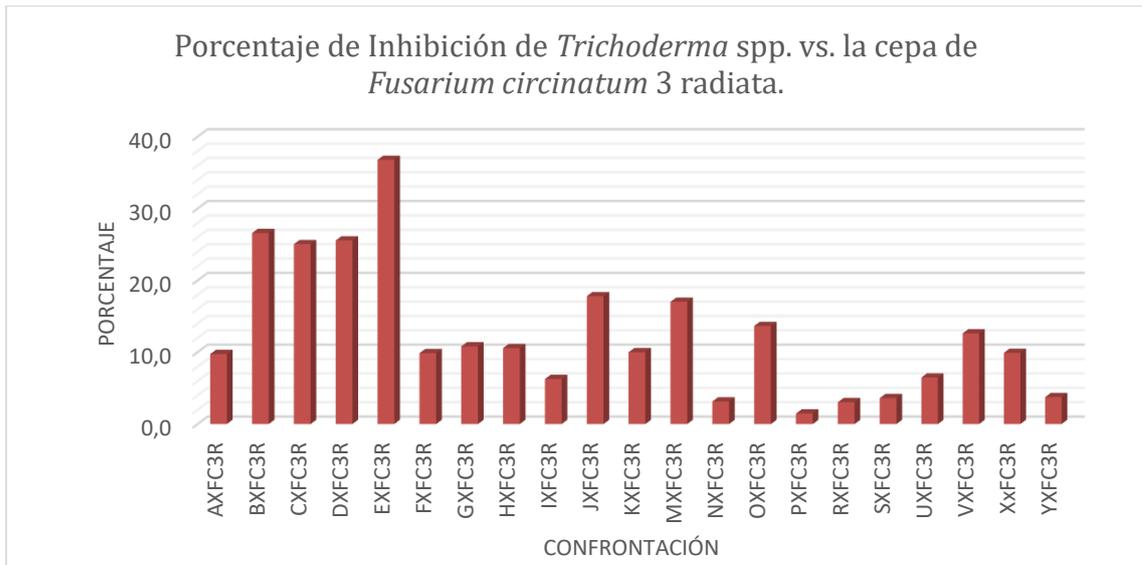


Gráfico 18-3. Porcentaje de Inhibición de *Trichoderma* spp. vs. *Fusarium circinatum* 3 (radiata)

Realizado por: Arce Jessica, 2022

3.1.7. Caracterización de las cepas de *Trichoderma* spp. y *Alternaria linariae*

Como vemos en la Figura 13-3, ambos hongos han crecido en la placa. Se detalla la acción antagonista de *Trichoderma* spp., siendo la cepa con código D que comienza a sobrepasarse sobre el hongo *Alternaria linariae*. Esto quiere decir, que en una primera instancia el hongo de *Trichoderma* spp., comienza su labor de inhibición. En contraste con el poco desarrollo de la cepa *Trichoderma* spp., con código U, la cual no tuvo un efecto visible hacia el patógeno.



Figura 13-3. Confrontación de las cepas de *Trichoderma* spp. vs. *Alternaria linariae*

Realizado por: Arce Jessica, 2022

De acuerdo al Gráfico 19-3, se observó que a las 96 horas de realizada la confrontación, la cepa de *Trichoderma* spp., de código D, fue la que presentó un mejor porcentaje de inhibición frente al patógeno *Alternaria linariae*, de código A.linariae. Por el contrario, la cepa *Trichoderma* spp., codificada U, mostró el menor porcentaje de inhibición.

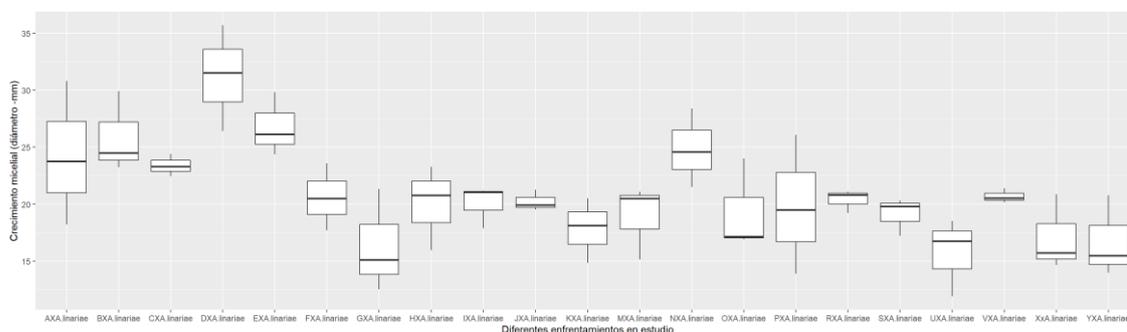


Gráfico 19-3. Confrontación entre los aislados de *Trichoderma* spp. vs. *Alternaria linariae*

Realizado por: Arce Jessica, 2022

Según el análisis de varianza correspondiente, el crecimiento micelial *Trichoderma* spp. y *Alternaria linariae* en la Tabla 19-3, presentó altos niveles significativos, con un valor de 0.000159. La prueba de Tukey al 5%, mostró cinco grupos, donde, la cepa que mayor porcentaje de inhibición exhibida fue la de codificación D, con un valor de 31.20. Por otro lado, la cepa de *Trichoderma* spp., que menor porcentaje de inhibición presentó fue la de codificación U con un valor de 15.73, presentado en la Tabla 20-3.

Tabla 19-3: Análisis de varianza para el crecimiento micelial *Trichoderma* spp. y *Alternaria linariae*

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	Significancia
Confrontación	20	900.8	45.04	3.733	0.000159	***
Error	42	506.7	12.06			

Nota:

p-valor: > 0,01 y > 0,05 = ns (No significativo)

p-valor: > 0,01 y < 0,05 = * (Significativo)

p-valor: < 0,01 y < 0,05 = ** (Altamente significativo)

Realizado por: Arce Jessica, 2022

Tabla 20-3: Prueba de Tukey de la tasa de crecimiento micelial de *Trichoderma* spp. y *Alternaria linariae*

Confrontaciones	Diámetro	Rango de significancia
DXA. <i>linariae</i>	31,20667	a
E XA. <i>linariae</i>	26,77833	ab
B XA. <i>linariae</i>	25,88167	abc
N XA. <i>linariae</i>	24,83000	abc
A XA. <i>linariae</i>	24,25000	abc
C XA. <i>linariae</i>	23,38833	abc
V XA. <i>linariae</i>	20,70000	abc
F XA. <i>linariae</i>	20,58667	abc
R XA. <i>linariae</i>	20,37667	bc
J XA. <i>linariae</i>	20,23833	bc
I XA. <i>linariae</i>	20,04167	bc
H XA. <i>linariae</i>	20,00667	bc
P XA. <i>linariae</i>	19,83167	bc
O XA. <i>linariae</i>	19,36833	bc
S XA. <i>linariae</i>	19,11500	bc
M XA. <i>linariae</i>	18,91167	bc
K XA. <i>linariae</i>	17,82667	bc
X XA. <i>linariae</i>	17,08000	bc
Y XA. <i>linariae</i>	16,75167	bc
G XA. <i>linariae</i>	16,33000	bc
U XA. <i>linariae</i>	15,73667	c

Realizado por: Arce Jessica, 2022

En el Gráfico 20-3 se describe el nivel de antagonismo que presentó la confrontación entre los aislados de *Trichoderma* spp. vs el patógeno *Alternaria linariae* codificado como A.*linariae*., indicándonos que 1 aislado alcanzó el nivel 3 donde el *Trichoderma* y el patógeno crecen aproximadamente la mitad de la superficie y ninguno domina al otro, por su parte 4 aislados alcanzaron el nivel 2, en donde *Trichoderma* sobrecrece las dos terceras partes de la superficie del medio y 16 aislados que conforman la mayoría alcanzaron el nivel que manifiesta un recubrimiento total sobre el patógeno confrontado. El nivel 1 por lo tanto es el que prevaleció en esta confrontación.

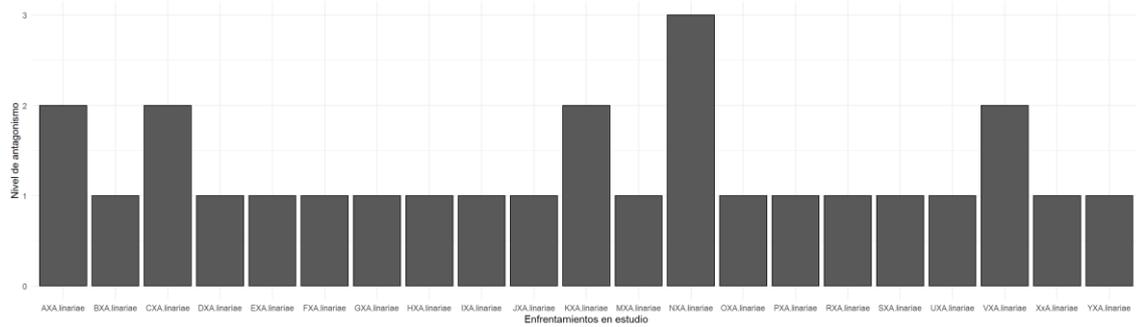


Gráfico 20-3. Nivel de antagonismo entre los aislados de *Trichoderma* spp. vs *Alternaria linariae*

Realizado por: Arce Jessica, 2022

3.1.7.1. Porcentaje de Inhibición de la confrontación de la cepa de *Trichoderma* spp. vs. la cepa de *Alternaria linariae*

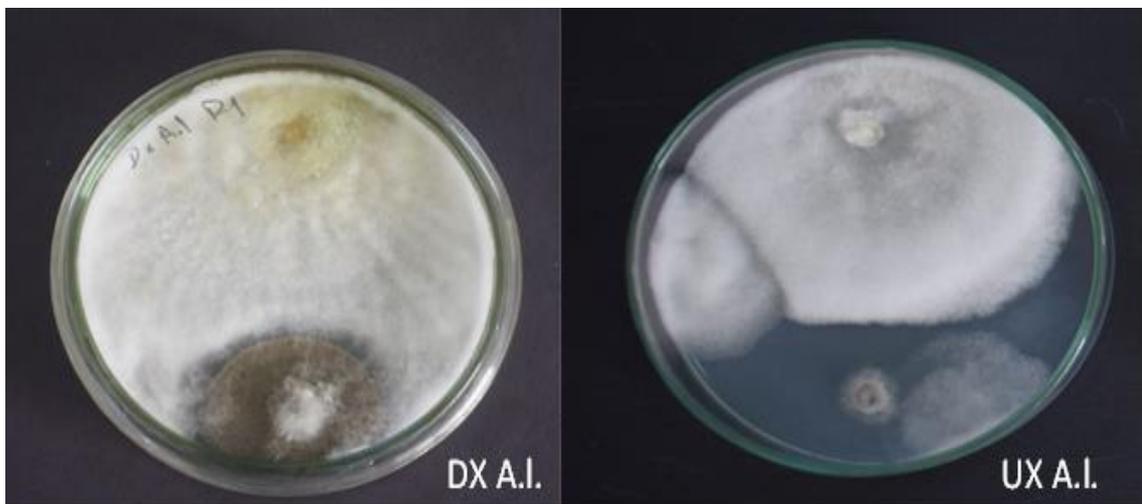


Figura 14-3. Porcentaje de inhibición de la confrontación de las cepas de *Trichoderma* spp. vs. *Alternaria linariae*

Realizado por: Arce Jessica, 2022

Según la Tabla 21-3, podemos observar que en cuanto al porcentaje de inhibición del crecimiento micelial de la confrontación *Trichoderma* spp vs. *Alternaria linariae* la cepa que mayor porcentaje presento fue la de codificación U con un valor de 51,4 y la que presento un menor porcentaje de inhibición fue la codificación D con un valor de 14.

Tabla 21-3: Porcentaje de Inhibición *Trichoderma* spp. vs. *Alternaria linariae*

Porcentaje de Inhibición	
Confrontación	% de Inhibición
AXA.linariae	25,2
BXA.linariae	20,1
CXA.linariae	27,8
DXA.linariae	14,0
EXA.linariae	17,4
FXA.linariae	36,5
GXA.linariae	49,6
HXA.linariae	38,3
IXA.linariae	38,1
JXA.linariae	37,5
KXA.linariae	45,0
MXA.linariae	41,6
NXA.linariae	23,4
OXA.linariae	40,2
PXA.linariae	38,8
RXA.linariae	37,1
SXA.linariae	41,0
UXA.linariae	51,4
VXA.linariae	36,1
XXA.linariae	47,3
YXA.linariae	48,3

Realizado por: Arce Jessica, 2022

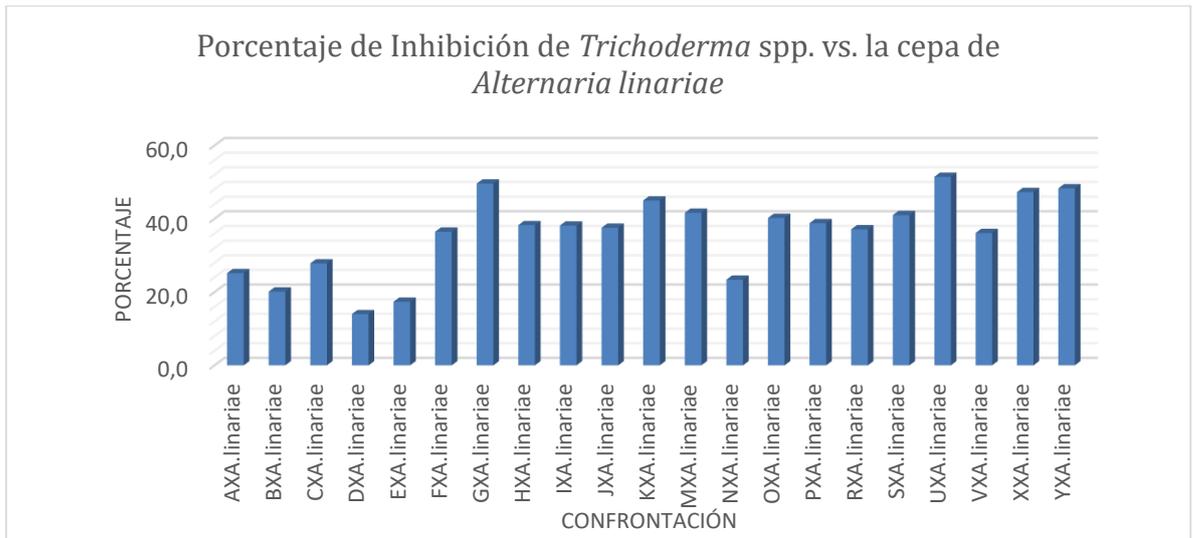


Gráfico 21-3. Porcentaje de Inhibición de *Trichoderma* spp. vs. *Alternaria linariae*

Realizado por: Arce Jessica, 2022

3.1.8. Caracterización de las cepas de *Trichoderma* spp. y *Neoscytalidium* spp.

Como vemos en la Figura 15-3, ambos hongos han crecido en la placa. Se detalla la acción antagonista de *Trichoderma* spp., siendo la cepa con código V, que, en una primera observación, empieza a sobretaparse al hongo *Neoscytalidium* spp., Lo que indicaría que el proceso de inhibición está por iniciar. En contraste con el poco desarrollo de la cepa *Trichoderma* spp., con código H, la cual no tuvo un efecto visible hacia el patógeno.



Figura 15-3. Confrontación de las cepas de *Trichoderma* spp. vs. *Neoscytalidium* spp.

Realizado por: Arce Jessica, 2022

De acuerdo al Gráfico 22-3, se observó que a las 96 horas de realizada la confrontación, la cepa de *Trichoderma* spp., de código V, fue la que presentó un mejor porcentaje de inhibición frente al patógeno *Neoscytalidium* spp., con el código CR5. Por el contrario, la cepa *Trichoderma* spp., codificada H, mostró el menor porcentaje de inhibición.

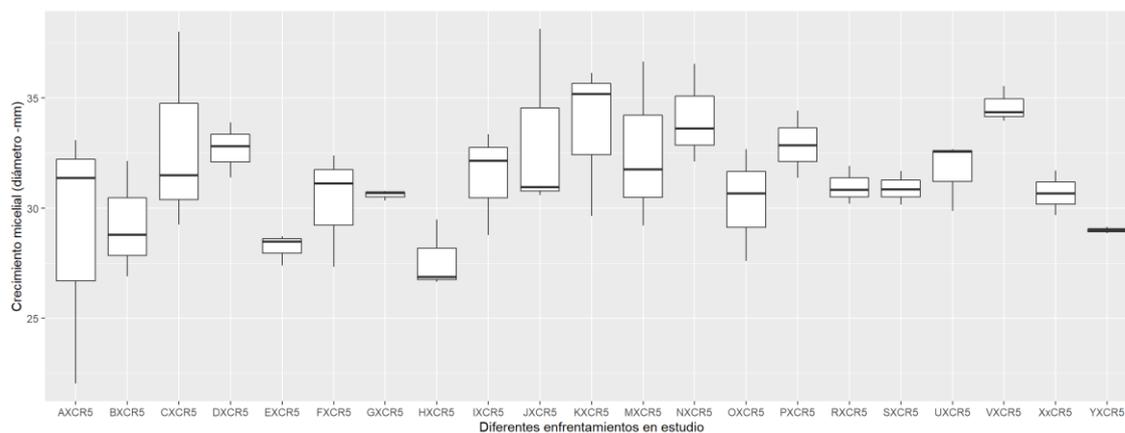


Gráfico 22-3. Confrontación entre los aislados de *Trichoderma* spp. vs. *Neoscytalidium* spp.

Realizado por: Arce Jessica, 2022

Según el análisis de varianza correspondiente, el crecimiento micelial *Trichoderma* spp., y *Neoscytalidium* spp., en la Tabla 22-3, no presentó valores significativos, con un valor de 0.0716. La prueba de Tukey al 5%, mostró un solo grupo, donde, la cepa que mayor porcentaje de inhibición presentado fue la de codificación V, con un valor de 34.63. Por otro lado, la cepa de *Trichoderma* spp., que menor porcentaje de inhibición presentó fue la de codificación H, con un valor de 27.63 presentado en la Tabla 23-3.

Tabla 22-3: Análisis de varianza para el crecimiento micelial *Trichoderma* spp. y *Neoscytalidium* spp.

F.V.	GL	SC	CM	F	p-valor	Significancia
Confrontación	20	235.5	11.774	1.708	0.0716	Ns
Error	42	289.5	6.893			

Nota:

p-valor: > 0,01 y > 0,05 = ns (No significativo)

p-valor: > 0,01 y < 0,05 = * (Significativo)

p-valor: < 0,01 y < 0,05 = ** (Altamente significativo)

Realizado por: Arce Jessica, 2022

Tabla 23-3: Prueba de Tukey de la tasa de crecimiento micelial de *Trichoderma* spp. y *Neoscytalidium* spp.

Confrontaciones	Diámetro	Rango de significancia
VXCR5	34.63000	a
NXCR5	34.09167	a
KXCR5	33.66000	a
J XCR5	33.23000	a
C XCR5	32.92000	a
P XCR5	32.88500	a
D XCR5	32.70167	a
M XCR5	32.54667	a
U XCR5	31.70000	a
I XCR5	31.43167	a
R XCR5	30.97500	a
S XCR5	30.89667	a
X XCR5	30.69000	a
G XCR5	30.60167	a
O XCR5	30.30833	a
F XCR5	30.28000	a
B XCR5	29.27833	a
Y XCR5	28.99667	a
A XCR5	28.82333	a
E XCR5	28.20000	a
H XCR5	27.66333	a

Realizado por: Arce Jessica, 2022

En el Gráfico 23-3 se describe el nivel de antagonismo que presentó la confrontación entre los aislados de *Trichoderma* spp. vs el patógeno *Neoscytalidium* spp. codificado como CR5., indicándonos que 4 aislados alcanzaron el nivel 3 donde el *Trichoderma* y el patógeno crecen aproximadamente la mitad de la superficie y ninguno domina al otro, por su parte 4 aislados alcanzaron el nivel 2, en donde *Trichoderma* sobrecrece las dos terceras partes de la superficie del medio y 13 aislados que conforman la mayoría alcanzaron el nivel que manifiesta un recubrimiento total sobre el patógeno confrontado. El nivel 1 por lo tanto es el que prevaleció en esta confrontación.

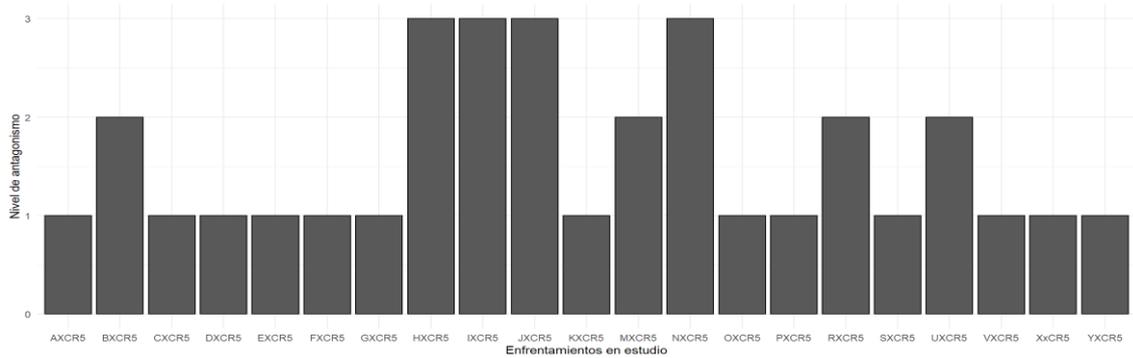


Gráfico 23-3. Nivel de antagonismo entre los aislados de *Trichoderma* spp. vs. *Neoscytalidium* spp.

Realizado por: Arce Jessica, 2022

3.1.8.1. *Porcentaje de Inhibición de la confrontación de la cepa de Trichoderma spp. vs. la cepa de Neoscytalidium spp.*

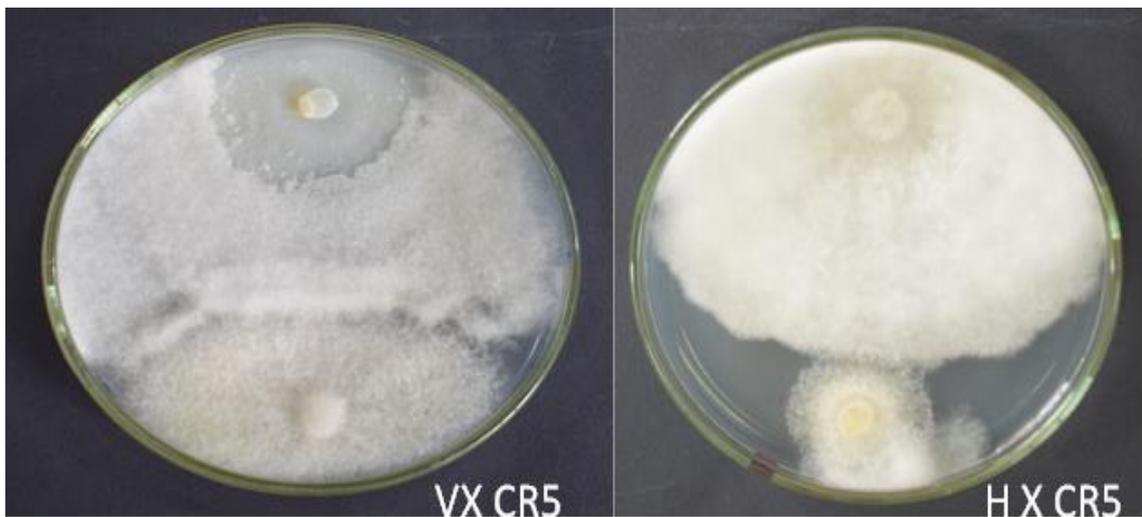


Figura 16-3. Porcentaje de inhibición de la confrontación de las cepas de *Trichoderma* spp. vs. *Neoscytalidium* spp.

Realizado por: Arce Jessica, 2022

Según la Tabla 24-3, podemos observar que en cuanto al porcentaje de inhibición del crecimiento micelial de la confrontación *Trichoderma* spp vs. *Neoscytalidium* spp. la cepa que mayor porcentaje presento fue la de codificación H con un valor de 28,3 y la que presento un menor porcentaje de inhibición fue la codificación V con un valor de 10,3.

Tabla 24-3: Porcentaje de Inhibición *Trichoderma* spp. vs. *Neoscytalidium* spp.

Porcentaje de inhibición de crecimiento	
Confrontación	% de Inhibición
AXCR5	25,3
BXCR5	24,1
CXCR5	14,7
DXCR5	15,3
EXCR5	26,9
FXCR5	21,6
GXCR5	20,7
HXCR5	28,3
IXCR5	18,6
JXCR5	13,9
KXCR5	12,8
MXCR5	15,7
NXCR5	11,7
OXCR5	21,5
PXCR5	14,8
RXCR5	19,8
SXCR5	20,0
UXCR5	17,9
VXCR5	10,3
XxCR5	20,5
YXCR5	24,9

Realizado por: Arce Jessica, 2022

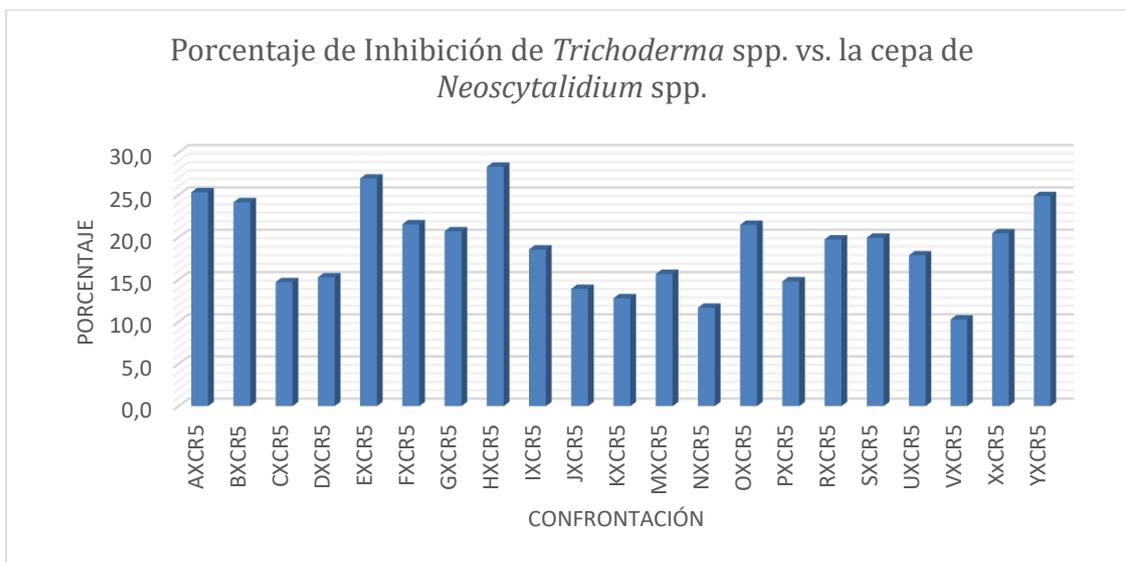


Gráfico 24-3. Porcentaje de Inhibición de *Trichoderma* spp. vs. *Neoscytalidium* spp.

Realizado por: Arce Jessica, 2022

De forma general se determinó que el 57% de confrontaciones realizadas mostraron un nivel de antagonismo 1, un 31% corresponde al nivel 2 y un 12% identificado en el nivel 3. Mostrando de esta manera una gran eficiencia de los aislados de *Trichoderma* spp. evaluados, colonizando completamente a los patógenos en estudio con se evidencia en el Gráfico 25-3.



Gráfico 25-3. Nivel de Antagonismo de *Trichoderma* spp. con los diferentes patógenos

Realizado por: Arce Jessica, 2022

3.2. DISCUSIÓN

El hongo *Trichoderma* spp., es conocido por defender su nicho contra otros organismos, mediante la captación de mayor cantidad de recursos, sean estos nutrientes, espacio y luz solar (Schuster y Schmoll, 2010, pp. 787-799). Este papel, antagónico ha hecho que se lo considere como una especie de importancia en varias industrias, como la agroindustria, principalmente, en el área de control biológico.

No obstante, este trabajo muestra que no todas las cepas, de este hongo, poseen la misma eficacia al momento de realizar un papel antagónico. Como vemos en el apartado de resultados, se observa que las cepas de *Trichoderma* spp., que tuvieron un mejor desempeño fueron las de código C (*Trichoderma lentiforme*) contra *Fusarium circinatum* 1 (pátula), N (*Trichoderma andinense*) contra *F. circinatum* 2 (pátula), B (*Trichoderma* spp.) contra *F. circinatum* 3 (pátula), M (*Trichoderma harzianum*) contra *F. circinatum* 1 (radiata), E (*Trichoderma breve*) contra *F. circinatum* 2 (radiata), P (*Trichoderma andinense*) contra *F. circinatum* 3 (radiata), D (*Trichoderma harzianum*) contra *Alternaria linariae*, y V (*Trichoderma andinense*) contra *Neoscytalidium* spp., sin embargo, dentro de este grupo se vio que, en el análisis estadístico, dos cepas tuvieron una mejor representación, demostrado por su alta significancia, estas fueron: la cepa de *Trichoderma* spp., con código V (*Trichoderma andinense*) contra *F. circinatum* 3 (pátula), y *Trichoderma* spp., con código J (*Trichoderma* sp.) contra *F. circinatum* 2 (radiata)

Este hallazgo, concuerda con experimentos realizados por Mihuta y Rowe (1986; citado en Martínez, 2013, p. 3), los cuales vieron que de 255 aislamientos de *Trichoderma* spp., solo el 15% de estos, fue efectivo contra el patógeno que estaban probando. Muchos autores, determinan que el hongo *Trichoderma* spp., presenta una serie de mecanismos, que fueron explicados en el Capítulo I; para realizar una acción antagónica. Sin embargo, los individuos de este género, aparentemente no poseen la habilidad de desarrollar estos mecanismos a la vez. El uso de uno de estos dependerá exclusivamente de la cepa que se utilice, y el patógeno que se desea combatir, ya que no será lo mismo una cepa con gran capacidad de competencia cuando se busque un efecto de antibiosis (Espinoza, 2013, p. 19). Por ello, muchos estudios han encontrado especies de *Trichoderma* spp., con métodos de acción adecuados para cultivos específicos, como el maíz, arroz, trigo, entre otros más (Hernández et al., 2019, pp. 98-112).

Además, se debe señalar la importancia de cepas locales, contra cepas importadas; ya que, las cepas locales serán más efectivas contra patógenos con los que se encuentran en el mismo medio natural, a comparación con las cepas importadas, que no han interactuado en el medio (Mihuta y

Rowe, 1986; citado en Martínez, 2013, p. 3).

Este pudo haber sido uno de los factores que nos muestran los resultados. Las cepas de *Trichoderma* spp., usados en este estudio, fueron colectados de dos localidades: la isla Santa Cruz, Galápagos, y en el Chimborazo. Es muy probable que las cepas que tengan mayor eficiencia hayan sido colectadas dentro de la provincia del Chimborazo, aunque no se descarta que las cepas de hongos patógenos *F. circinatum*, *A. linariae* y *Neoscytalidium* spp, o alguna otra variedad o especie del mismo género este presente en la región insular, para lo cual las cepas de *Trichoderma* spp., ya hayan tenido un encuentro en la naturaleza, lo que les permitirá enfrentar a estos patógenos con mayor facilidad. Sobre todo, especies del género *Fusarium* spp., como la *F. oxysporum*, la cual es una plaga mortal que ataca al banano (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2020, p. 54).

También se debe tomar en cuenta, que se realizó un experimento *in vitro*, lo que limita la acción del hongo a una caja Petri. Esto abre la ventana para nuevas investigaciones con estas cepas, en diferentes sustratos, fuera del medio de cultivo PDA. El hongo *Trichoderma* spp., en la mayoría de casos, es usado en beneficio de los cultivos, en control biológico, trabajado mano a mano con la planta. Algunos estudios han demostrado que el hongo puede beneficiar a la planta, promoviendo actividades fisiológicas y bioquímicas, de la misma, lo que se le llamaría como una actividad antagonista indirecta (Infante et al., 2009, pp. 14-21). Lo que permitiría una visión más real para la aplicación de estas cepas como controles biológicos. Esta función está ausente en este trabajo, ya que trabajamos a pequeña escala.

Martínez, et al. (2013, p. 1), menciona que los estudios de eficiencia para control biológico de determinadas plagas, específicas, aún no se han abordado a profundidad por la comunidad científica. Por ello, para poder asegurar la eficiencia total de estas cepas del género *Trichoderma* spp., y asegurar un buen uso en la industria, sea esta cual sea. Finalmente, Schuster y Schmoll (2010, pp. 787-799), sugieren identificar los metabolitos de dichas cepas, y modificarlas a nivel molecular, así se obtendrá una mayor eficiencia para control de organismos patógenos. Pero para ello debemos primero conocer las cepas dentro de nuestros suelos, identificar sus papeles como controles biológicos, y desarrollarlas en un futuro.

CONCLUSIONES

- Las cepas que mejor porcentaje de inhibición presentaron en los ensayos in vitro realizados corresponden a los códigos E (*Trichoderma breve*) P (*Trichoderma andinense*), R (*Trichoderma andinense*) y N (*Trichoderma andinense*). pues las medias alcanzaron los niveles más altos de inhibición en las confrontaciones con los distintos patógenos.
- La forma de antagonismo que sobresale en el ensayo desarrollado corresponde al nivel 1 con un 57 % donde *Trichoderma* spp., sobrecrece completamente al patógeno y cubre totalmente la superficie del medio seguido; del nivel 2 con un 31% donde *Trichoderma* spp., sobrecrece las dos terceras partes de la superficie del medio; corroborando la eficiencia de *Trichoderma* para inhibir el crecimiento de patógenos por medio de sus mecanismos de acción.
- Este trabajo permite dar un paso más para el conocimiento del papel de las diversas cepas de *Trichoderma* spp., que se encuentren en el territorio nacional, y abre las puertas a que se identifiquen cepas que pueden ser aplicadas en la industria. Ya que según varios estudios se ha visto que las especies locales tienen una ventaja sobre especies de otras localidades.

RECOMENDACIONES

En base a estos resultados, se sugieren las siguientes recomendaciones:

- Determinar qué otras variedades de *Trichoderma* spp., locales, tengan actividad antagonista hacia microorganismos patógenos.
- Ampliar la información sobre las cepas de *Trichoderma* spp., que presentaron una alta inhibición de patógenos. Es decir, realizar mayores experimentos moleculares, para identificar los metabolitos esenciales para la correcta inhibición de hongos patógenos.
- Potenciar los estudios de actividades antagónicas de *Trichoderma* spp., en diferentes sustratos y en diferentes condiciones ambientales, para tener una mayor visión de acción de estos hongos frente a patógenos en diversos ecosistemas, acercándose a la realidad natural. Esto con el objetivo de entender y controlar mejor un organismo destinado a biocontrol, o a cualquier industria biotecnológica.
- Continuar con la recolección e identificación del hongo *Trichoderma* spp., en cultivos del país, ya que con ello se podrá potenciar el uso del control biológico dentro de los cultivos de importancia económica dentro del país. Generando una industria sostenible para el cuidado vegetal de patógenos muy dañinos.

GLOSARIO

Antagonismo: se define como la interacción entre organismos, o sustancias, que causan la pérdida de funciones, o actividades, de uno de ellos (Real Academia Española, 2022a, párr. 1).

Cepa: termino que acuña a los organismos (microorganismos en general), emparentados cuya ascendencia común es conocida (Real Academia Española, 2022b, párr. 1).

Cultivo *in vitro*: también llamado micropropagación, es una técnica biotecnológica que consiste en la reproducción asexual de plantas, utilizando métodos de cultivo de tejidos vegetales (Domínguez et al., 2008, p. 54).

Fitopatógeno: termino que hace referencia a cierto microorganismo causante de algún desorden en el metabolismo celular de las plantas (López et al., 2010, p. 3).

Micelio: se lo conoce al conjunto de hifas que constituyen el cuerpo de los hongos, también denominado Talo (Popoff, 2007, párr. 47).

Porcentaje de inhibición: se define como el porcentaje por el cual una x sustancia o microorganismo inhibe a otra sustancia o microorganismo a testear, basado en el crecimiento libre de un microorganismo en condición de control o condiciones normales (Rojas y Hormaza, 2014, p. 198).

BIBLIOGRAFÍA

CHÁVEZ, M. Producción de *Trichoderma* spp. y evaluación de su efecto en cultivo de crisantemo (*Dendranthema grandiflora*) (Trabajo de grado) (Microbiología) [En línea]. Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias, Microbiología Industrial – Microbiología Agrícola y Veterinaria. Bogotá D.C.-Colombia. 2006, pp. 4-39. [Consulta: 10 noviembre 2021]. Disponible en:

<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8312/tesis286.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

CHIRIBOGA, H; et al. *Protocolos para formulación y aplicación del bio-insumo: Trichoderma spp. para el control biológico de enfermedades*. [En línea]. San Lorenzo-Paraguay: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 2015, pp. 1-4. [Consulta: 20 noviembre 2021]. Disponible en:

DOMÍNGUEZ, M.; et al. “Cultivo *in vitro* como herramienta para aprovechamiento, mejoramiento y conservación de especies del género *Agave*”. *Investigación y Ciencia* [En línea], 2008, (México) 16(41), pp. 53-62. [Consulta: 15 enero 2022]. ISSN: 1665-4412. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/674/67404109.pdf>.

ESPINOZA, R. Evaluación de tres cepas de *Trichoderma* para el control de *Fusarium oxysporum* en el cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis* var *flavicarpa*) (Tesis de grado) (Ingeniería) [En línea]. Universidad Católica Santiago de Guayaquil, Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Guayaquil-Ecuador. 2013, pp. 18-19. [Consulta: 17 noviembre 2021]. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/1548>.

FERNÁNDEZ, M. Identificación y caracterización de grupos de especies de *Alternaria* y *Pithomyces* asociados a enfermedades del trigo en Argentina (Tesis) (Licenciatura) [En línea]. Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. La Plata-Argentina. 2015, p. 9. [Consulta: 17 noviembre 2021]. Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/53343/Documento_completo.pdf?sequence=3&isAllowed=y.

FLORES, J. “Chancro resinoso del pino (*Fusarium circinatum*) historia, evolución, dispersión y estrategias de manejo”. *Nexo Revista Científica* [En línea], 2017, (Nicaragua) 30(1), pp. 19-42. [Consulta: 20 noviembre 2021]. ISSN: 1995-9516. Disponible en:

<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6483859.pdf>.

HERNÁNDEZ, D; et al. “Importancia agrícola, biotecnológica, y sistemas de fermentación para producir biomasa y enzimas de interés industrial”. Chilean Journal of Agricultural & Animal Science [En línea], 2019, (México) 35(1), pp. 98-112. [Consulta: 12 noviembre 2021]. ISSN: 0719-3882. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/chjaasc/v35n1/0719-3890-chjaasc-00205.pdf>.

<https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/2647/BVE17038725e.pdf?sequence=1>.

INFANTE, D.; et al. “Mecanismos de acción de *Trichoderma* frente a hongos fitopatógenos”. Revista de Protección Vegetal [En línea], 2009, (Cuba) 4(1), pp. 14-21 [Consulta: 12 noviembre 2021]. ISSN: 1010-2752. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v24n1/rpv02109.pdf>.

LÓPEZ, V; et al. *El género Trichoderma una herramienta agro biotecnológica* [En línea]. Pachuca-México: ECORFAN, 2018, pp. 2-3. [Consulta: 17 noviembre 2021]. Disponible en: https://www.ecorfan.org/proceedings/PCBS_TII/Ciencias_Biologicas_y_de_la_Salud_TII_1.pdf.

MACHÍN, B. Identificación de los organismos asociados a la muerte de plantas de frutilla (*Fragaria ananassa* Duch.) en el departamento de Salto, Uruguay (Tesis) (Ingeniería) [En línea]. Universidad de la República, Facultad de Agronomía. Montevideo-Uruguay. 2017, p. 10. [Consultado: 15 diciembre 2021]. Disponible en: https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/18658/1/TTS_Mach%c3%adnB_arreiroJorgeAlex.pdf.

MARTÍNEZ, B.; et al. “Selección de aislamientos de *Trichoderma* spp., Candidatos a Biofungicidas para el control de *Rhizoctonia* spp. en arroz”. Revista de Protección Vegetal [En línea], 2008, (Cuba) 23(2), pp. 118-125. [Consulta: 12 noviembre 2021]. ISSN: 2305-8161. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v23n2/rpv09208.pdf>.

MARTÍNEZ, B.; et al. “*Trichoderma* spp., y su función en el control de plagas en los cultivos”. Revista de Protección Vegetal [En línea], 2013, (Cuba) 28(1), pp. 1-11. [Consulta: 15 enero 2022]. ISSN: 1010-2752. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v28n1/rpv01113.pdf>.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA. *Plan nacional de contingencia para la prevención, detección y control de Fusarium oxysporum f.sp. cubense Raza 4 Tropical (Foc R4T).*

[En línea]. Quito-Ecuador: Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2020, p. 54. [Consulta: 15 enero 2022]. Disponible en: https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2021/01/Acuerdo_Ministerial_142_Plan_fusarium_OK.pdf.

MORALES, C.; et al. *Manual de manejo agronómico de la frutilla* [En línea]. Santiago de Chile-Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 2017, pp. 48-60 [Consulta: 08 diciembre 2021]. Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/6713/NR40987.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

MÜHLHAUSER, M. “Retrato Microbiológico”. *Revista Chilena de Infectología* [En línea], 2014, (Chile) 31(5), pp. 605-606. [Consulta: 17 noviembre 2021]. ISSN: 0716-1018. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rci/v31n5/art13.pdf>.

NCBI. 2014. *Neopestalotiopsis clavispora* [En línea]. Washington D.C.-Estados Unidos: NCBI, 2014. [Consulta: 16 noviembre 2021]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?id=289240>.

OBREGÓN, V.; et al. *Eficacia de fungicidas in vitro para el control de Neopestalotiopsis clavispora agente causal de la podredumbre de la corona en plantas de frutilla* [En línea]. Bella Vista-Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2018, p. 217. [Consulta: 17 noviembre 2021]. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/poster-obregon_et_al._2018_asaho.pdf.

POALACIN, J. Estudio del adecuado crecimiento del hongo *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma hamatum* en sustrato sólido (Trabajo de grado) (Ingeniería) [En línea]. Universidad Central Del Ecuador, Facultad de Ingeniería Química, Carrera de Ingeniería Química. Quito-Ecuador. 2015, pp. 5-12 [Consulta: 17 noviembre 2021]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/4776/1/T-UCE-0017-128.pdf>.

POPOFF, O. *Reino Fungi: Glosario integrado* [En línea]. Corrientes-Argentina: Instituto de Botánica del Nordeste, 2007. [Consulta: 15 enero 2022]. Disponible en: http://www.biologia.edu.ar/fungi/funfi_glosario.htm.

PRADO, J. Inoculación de *Trichoderma* sp. en plantas destinadas a la restauración de suelos degradados de la Amazonía ecuatoriana (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [En línea].

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura, Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Sangolquí-Ecuador. 2020, p. 25. [Consulta: 15 noviembre 2021]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/24782/T-IASA%20I-005612.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. *Antagonismo* [en línea]. Madrid-España: Real Academia Española, 2022a. [Consulta: 15 enero 2022]. Disponible en: <https://dle.rae.es/antagonismo>.

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. *Cepa* [en línea]. Madrid-España: Real Academia Española, 2022b. [Consulta: 15 enero 2022]. Disponible en: <https://dle.rae.es/cepa>.

REYES, A; et al. “Inhibición del crecimiento in vitro de *Fusarium* sp. aislado de chile habanero (*Capsicum chinensis*) con hongos antagonistas”. Fitosanidad [En línea], 2012, (Cuba) 16(3), pp. 161-165. [Consulta: 20 noviembre 2021]. ISSN: 1562-3009. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2091/209126907006.pdf>.

RIVADENEIRA, M. Efecto de *Trichoderma* spp. en el cultivo de mora de castilla (*Rubus glaucus*) plantado en diferentes condiciones ambientales de la granja experimental de Nono (Trabajo de titulación) (Ingeniería) [En línea]. Universidad de las Américas, Facultad de Ingenierías y Ciencias Agropecuarias. Quito-Ecuador. 2009, pp. 15-17. [Consulta: 15 noviembre 2021]. Disponible en: <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/6218/1/UDLA-EC-TIAG-2016-25.pdf>.

ROJAS, J.; & HORMAZA, A. “Evaluación del crecimiento y compatibilidad de hongos de la podredumbre blanca”. Ciencia en Desarrollo [En línea], 2014, (Colombia) 5(2), pp. 197-205. [Consulta: 07 abril 2022]. ISSN: 0121-7488. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/cide/v5n2/v5n2a15.pdf>.

RUIZ, M.; et al. “Efecto de *Trichoderma* spp. y hongos fitopatógenos sobre el crecimiento vegetal y calidad del fruto de jitomate”. Revista Mexicana de Fitopatología [En línea], 2018, (México), 36(3). pp. 444-456. [Consulta: 12 noviembre 2021]. ISSN: 0185-3309. Disponible en: <https://www.smf.org.mx/rmf/ojs/index.php/RMF/article/view/121/119>.

SCHUSTER, A; & SCHMOLL, M. “Biology and biotechnology of *Trichoderma*”. Applied Microbiology and Biotechnology [En línea], 2018, (Austria) 1(87), pp. 787-799. [Consulta: 07

abril 2022]. ISSN: 1432-0614. Disponible en:
<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00253-010-2632-1.pdf>.

VARGAS, H.; & GILCHRIST, E. “Producción de enzimas hidrolíticas y actividad antagónica de *Trichoderma asperellum* sobre dos cepas de *Fusarium* aisladas de cultivos de tomate (*Solanum lycopersicum*)”. Revista Mexicana de Micología [En línea] 2015, (Colombia) 42(1). pp. 9-16. [Consulta: 12 noviembre 2021]. ISSN: 0187-3180. Disponible en:
<https://www.scielo.org.mx/pdf/rmm/v42/v42a3.pdf>.


D.E.R.A.I.
Ing. Cristian Castillo

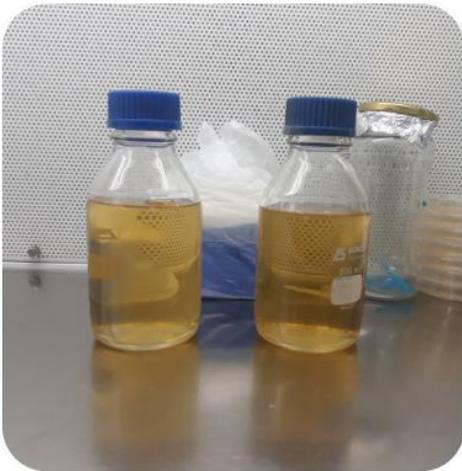


ANEXOS

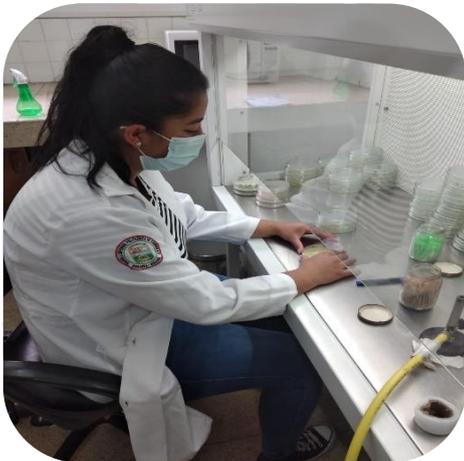
ANEXO A: BALANZA DIGITAL



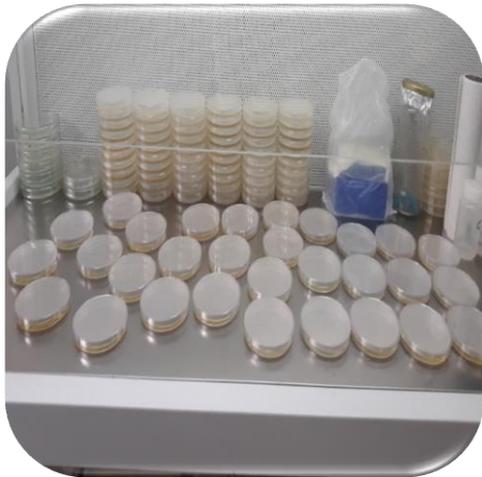
ANEXO B: MEDIO PDA (AGAR PAPA DEXTROSA)



ANEXO C: CULTIVO DUAL DE LAS CONFRONTACIONES



ANEXO D: CRECIMIENTO MICELIAL DE LAS CONFRONTACIONES



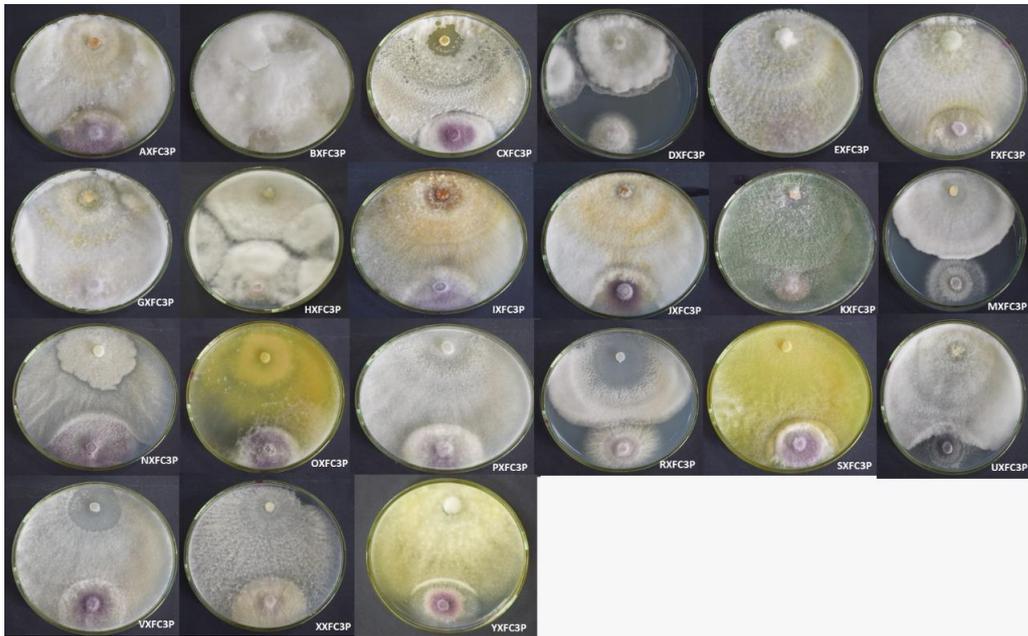
ANEXO E: CONFRONTACIÓN DE CEPAS DE *Trichoderma* spp., CON *Fusarium circinatum* 1 (PÁTULA)



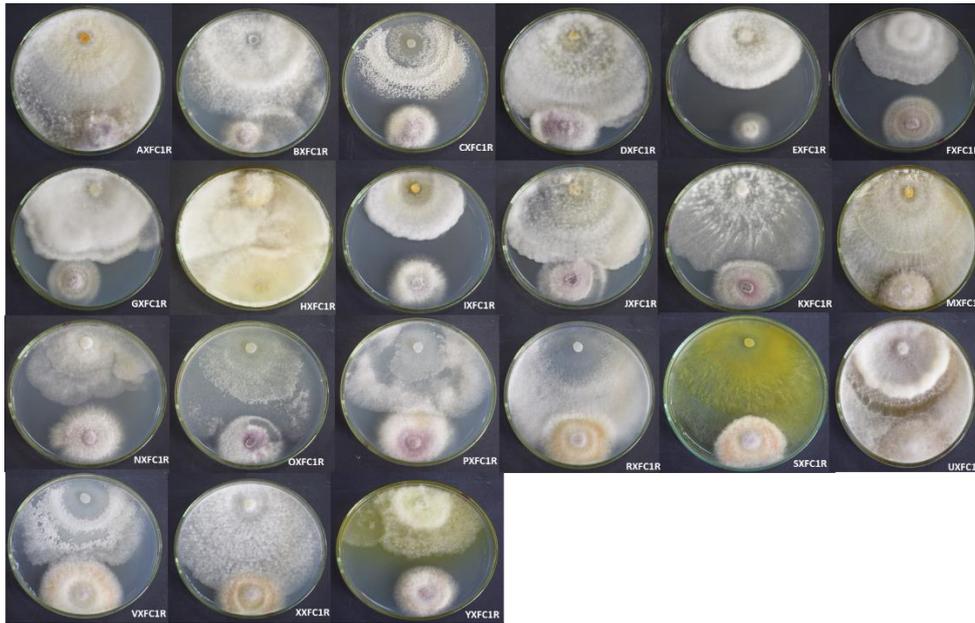
**ANEXO F: CONFRONTACIÓN DE CEPAS DE *Trichoderma* spp., CON *Fusarium circinatum*
2 (PÁTULA)**



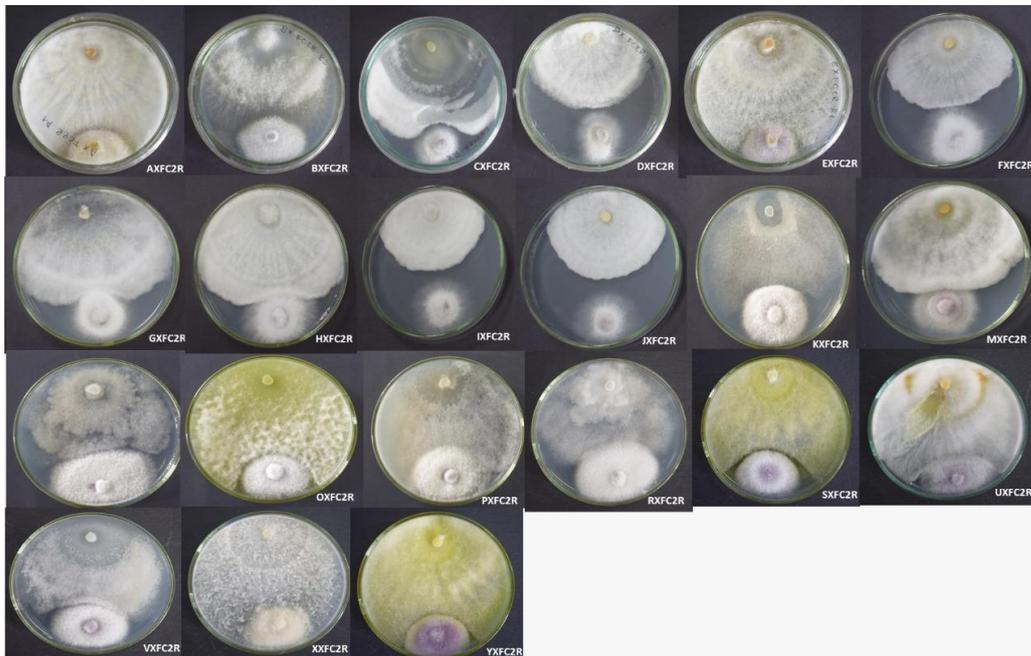
**ANEXO G: CONFRONTACIÓN DE CEPAS DE *Trichoderma* spp., CON *Fusarium circinatum*
3 (PÁTULA)**



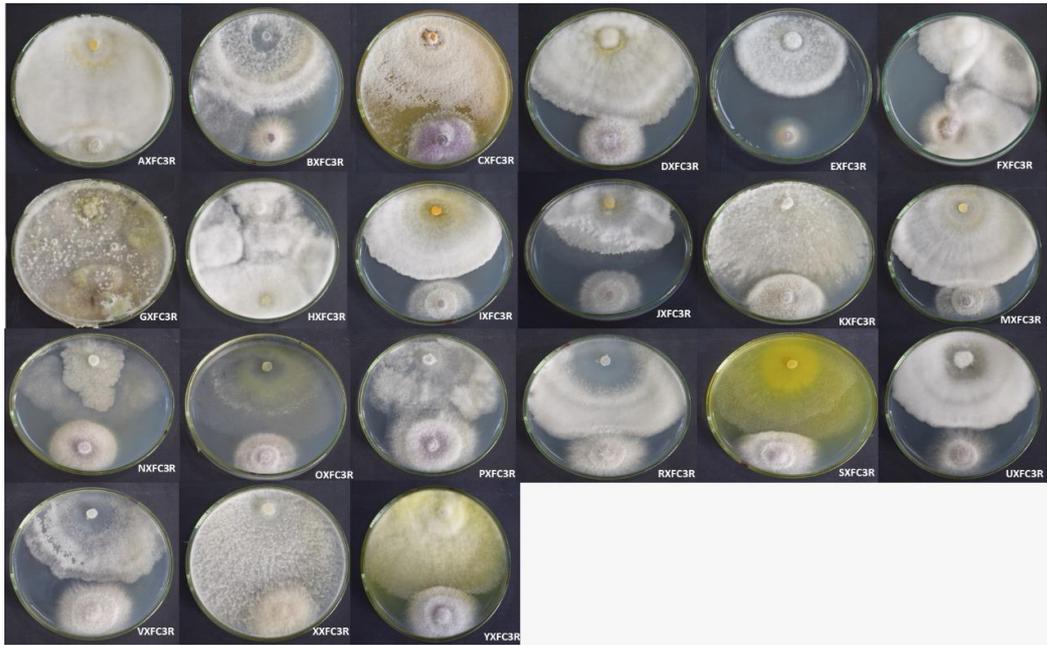
ANEXO H: CONFRONTACIÓN DE CEPAS DE *Trichoderma* spp., CON *Fusarium circinatum* 1 (RADIATA)



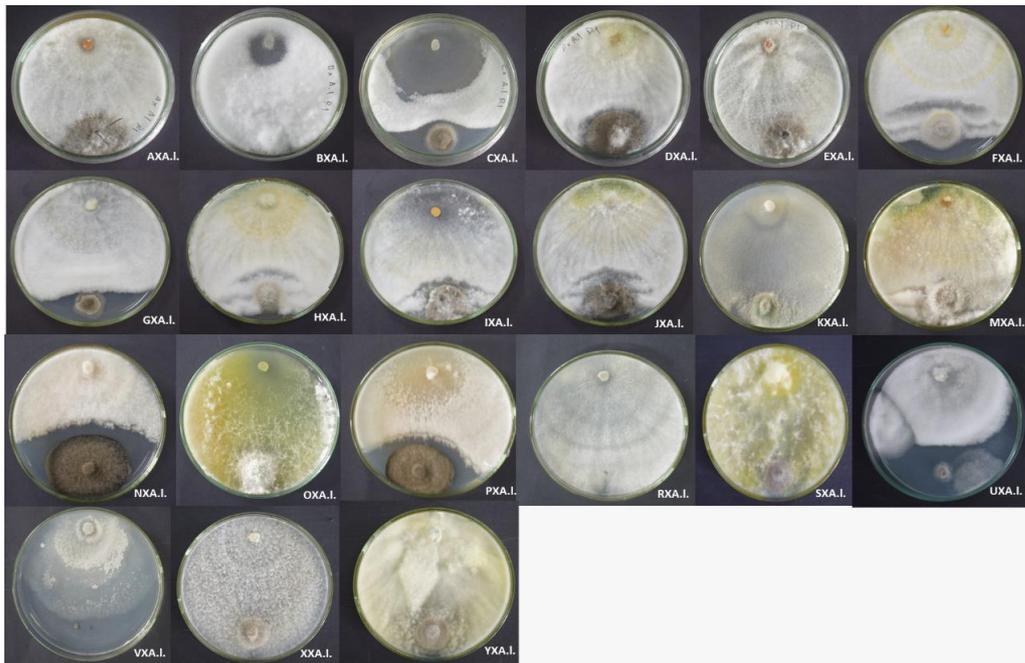
ANEXO I: CONFRONTACIÓN DE CEPAS DE *Trichoderma* spp., CON *Fusarium circinatum* 2 (RADIATA)



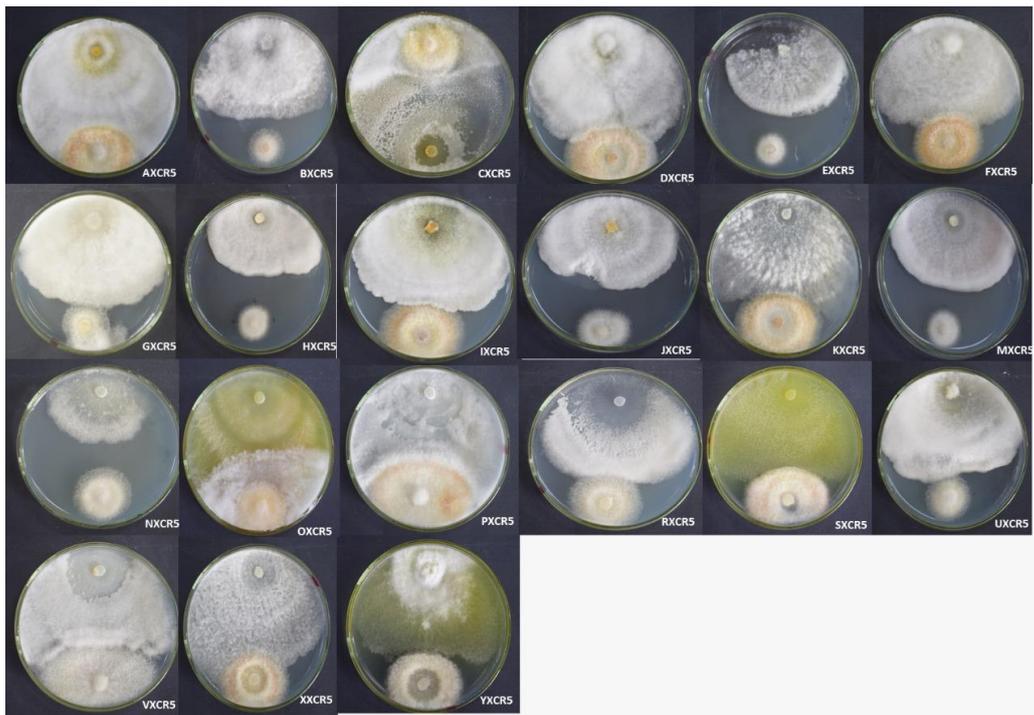
ANEXO J: CONFRONTACIÓN DE CEPAS DE *Trichoderma* spp., CON *Fusarium circinatum* 3 (RADIATA)



ANEXO K: CONFRONTACIÓN DE CEPAS DE *Trichoderma* spp., CON *Alternaria linariae*



ANEXO L: CONFRONTACIÓN DE CEPAS DE *Trichoderma* spp., CON *Neoscytalidium* spp.





epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 21 / 09 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Jessica Johana –Arce Dávila
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Recursos Naturales
Carrera: INGENIERÍA FORESTAL
Título para optar: Ingeniera Forestal
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz


Ing. Cristhian Castillo



1848-DBRA-UTP-2022