



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE PUEBLA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA

**PRUEBAS DE ANTAGONISMO DE *Trichoderma sp.* EN CONTRA DE
Phytophthora sp. Y *Fusarium sp.***

PROYECTO DE FIN DE CARRERA
PRESENTADO POR

GABRIELA TOROHUITO GONZALEZ

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA**

DIRECTOR DEL PROYECTO:
DR. EDUARDO MOLINA GAYOSSO

REVISORES:
M.C. MARÍA DEL TRÁNSITO BORRAZ ARGÜELLO
M.C. OMAR ORTEGA CADENA

Estadía Profesional realizada, dentro del marco de la Carrera de Ingeniería en Biotecnología, en los laboratorios del Departamento de Ingeniería en Biotecnología de la Universidad Politécnica de Puebla. Tercer carril del Ejido "Serrano" S/N, San Mateo Cuanalá, Municipio Juan C. Bonilla, Puebla C.P. 72640.

SAN MATEO CUANALÁ, PUEBLA. 20 DE AGOSTO DE 2018



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE PUEBLA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA

**PRUEBAS DE ANTAGONISMO DE *Trichoderma sp.* EN CONTRA DE
Phytophthora sp. Y *Fusarium sp.***

PROYECTO DE FIN DE CARRERA
PRESENTADO POR

GABRIELA TOROHUITO GONZALEZ

**PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA**

DIRECTOR DEL PROYECTO:
DR. EDUARDO MOLINA GAYOSSO

REVISORES:
M.C. MARÍA DEL TRÁNSITO BORRAZ ARGÜELLO
M.C. OMAR ORTEGA CADENA

Estadía Profesional realizada, dentro del marco de la Carrera de Ingeniería en Biotecnología, en los laboratorios del Departamento de Ingeniería en Biotecnología de la Universidad Politécnica de Puebla. Tercer carril del Ejido "Serrano" S/N, San Mateo Cuanalá, Municipio Juan C. Bonilla, Puebla C.P. 72640.

SAN MATEO CUANALÁ, PUEBLA. 20 DE AGOSTO DE 2018

El presente proyecto de investigación titulado: **Pruebas de antagonismo de *Trichodermas sp.* en contra de *Phytophthora SP.* y *Fusarium sp.*** y realizado por **Gabriela Torohuito González** , ha sido revisada y aprobada por el siguiente consejo particular, para obtener el Título de:

INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA

Consejo Particular:

Firma

Director: Dr. Eduardo Molina Gayosso

Revisor: M.C María del Tránsito Borraz Argüello

Revisor: M.C Omar Ortega Cadena

San Mateo Cuanalá, Puebla, México. 20 de Agosto de 2018

Dicho trabajo recibió soporte financiero del Programa de Fomento a la Agricultura, SAGARPA (Proyecto DF1600000998 SNITT/245).

I. DEDICATORIA

¶ Mis padres quienes día con día me apoyan incondicionalmente, me inspiran a salir adelante y ser una mejor persona que valora lo que se recibe tomándolo de la mejor manera, su gran dedicación de alentarme para poder concluir esta mejor etapa de mi vida por eso y por muchas cosas más les estaré eternamente agradecida

Los amo.

¶ Mi hermana que a pesar de tener algunas ideas diferentes siempre me apoyo y ayudo con algunos aspectos de mi vida y así mismo yo a ella, quiero pensar que le he inculcado un gran ejemplo, y si no fue así, sé que vio hasta donde llegué, en terminar una carrera y si yo pude hacerlo ella también lo podrá lograr, siempre estaré ahí para apoyarte y verte triunfar

Te amo.

II. AGRADECIMIENTOS

A mi papá Paulino Torohuito Morelos por haberme inculcado desde pequeña que soy capaz de lograr lo que me propongo, por darme la valentía de afrontar las cosas tanto buenas como malas y que todo en esta vida tiene solución, por confiar y apoyarme día con día y por no solo ser un papá sino también un gran amigo en el que puedo confiar.

A mi mamá María del Carmen González Garrido por haber estado ahí día y noche para mí, por ser un ejemplo para mí y no darme por vencida en las adversidades que se me presentan, a tener la suficiente fuerza para seguir adelante y tomar buenas decisiones, por ser mi confidente y por enseñarme que todo lo que me proponga lo puedo lograr.

A mi hermana Paulina Torohuito González por darme la confianza de no ser solo una hermana para ella sino también ser una amiga en la que puede confiar, por darme ratos de aliento para poder seguir adelante día con día y no darme por vencida.

Al resto de mi familia por apoyarme en algunos aspectos de mi vida, por las divertidas reuniones y por apoyarme cuando más los necesito.

A mi amiga Judith Campos Carbajal por el apoyo técnico que me dio en el laboratorio, por esas tardes de risa en las clases y fuera de ellas, por ser esa gran persona que me apoyó en todo momento y darme alientos de seguir adelante y no darme por vencida.

A mis mejores amigas dentro de la universidad Stacy Palma, Isabel Aguirre, Fatima Paez, Dennis Munive, Itzel Rodríguez, Edhit Olvera y nuevamente a Judith Campos por ser esas grandes personas con las que me quitaba el estrés, por las risas y sus ocurrencias dentro y fuera de la universidad, por esos grandes apoyos emocionales y técnicos, por darnos porras entre todas para poder concluir la universidad.

A mis grandes amigos, Rafael Pizarro, Gustavo Gallegos, Diego Bautista, Erick López por su apoyo tanto emocional como técnico dentro y fuera de la universidad, por ser esas personas en las que puedo depositar mi confianza y ser con las personas que podre contar en un futuro.

Al DR. Eduardo Molina por brindarme gran confianza, por no solo ser mi maestro sino un muy buen amigo y mi confidente, por ser un ejemplo a seguir en cuestiones académicas, por apoyarme en todo momento y alentarme a terminar mis estudios.

A todos mis profesores de la Universidad por enseñarme y compartirme sus conocimientos que me ayudaron a amar esta carrera y dar siempre lo mejor de mí, ya que sin sus regaños y sus presiones no hubiera llegado hasta el final de la carrera y ser una gran alumna responsable.

I. INDICE GENERAL

I.	INDICE GENERAL.....	9
II.	INDICE DE ILUSTRACIONES.....	10
III.	ÍNDICE DE TABLAS.....	11
IV.	RESUMEN.....	13
V.	ABSTRAC.....	13
1.-	INTRODUCCIÓN.....	15
2.-	OBJETIVOS.....	17
2.1	<i>Objetivo general.</i>	17
2.2	<i>Objetivos particulares.</i>	17
3.-	REVISIÓN DE LITERATURA.....	18
3.1	<i>Mecanismos de acción de Trichoderma.</i>	19
3.2	<i>Competencia</i>	20
3.3	<i>Micoparasitismo</i>	21
3.4	<i>Reconocimiento:</i>	22
3.5	<i>Adhesión y enrollamiento:</i>	22
3.6	<i>Actividad lítica:</i>	23
3.7	<i>Antibiosis</i>	24
4.-	MATERIALES Y METODOS.....	28
4.1	<i>Porcentaje de Inhibición</i>	29
4.2	<i>Colonización</i>	30
4.3	<i>Capacidad Antagónica de Trichoderma sp. contra Hongos Fitopatógenos</i>	31
5.-	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
5.1	<i>Aislamientos de Trichoderma usados en los enfrentamientos.</i>	33
5.2	<i>Velocidad de crecimiento</i>	33
5.3	<i>Porcentaje de Inhibición de Trichoderma sp. contra Fusarium sp.</i>	35
5.4	<i>Porcentaje de Colonización</i>	38
5.5	<i>Capacidad antagónica:</i>	43
	<i>En los promedios de grado antagónico los valores obtenidos en su mayoría fueron en grado 4 ya que a comparación con el trabajo realizado por Juan C. Suarez (2008) reporta valores de grado 2-3 porque él evaluó estos grados a los 10 días finales de los enfrentamientos y en este trabajo se tomaron varios días después de terminada la prueba, por lo tanto se cree que los días de diferencia que se dejó correr afectó en que los cultivos duales siguieran con el enfrentamiento aún estando en temperatura ambiente, Trichoderma sp. continuo con su esporulación hasta por encima del patógeno por ello se alcanzaron valores de 3 y 4.</i>	45
5.6	<i>Mecanismos de Acción</i>	45
5.7	<i>Porcentaje de Inhibición de Trichoderma sp. contra Phytophthora sp.</i>	45
5.8	<i>Porcentaje de Colonización</i>	49

5.9 Capacidad antagónica:	53
5.10 Mecanismos de Acción	55
6.- CONCLUSIÓN.....	58
7.- LITERATURA CITADA.....	59

II. INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Inhibición de <i>Trichoderma</i>	30
Ilustración 2 Porcentaje de Colonización	31
Ilustración 3 T22 contra <i>Fusarium sp.</i> con sus tres repeticiones para % de inhibición de los aislamientos de terrenos de cultivo.	36
Ilustración 4 60contra <i>Fusarium sp.</i> con sus tres repeticiones para % de inhibición de los aislamientos de terrenos de cultivo.	36
Ilustración 5 T62 contra <i>Fusarium sp.</i> con sus tres repeticiones para % de inhibición de los aislamientos de terrenos de cultivo.	36
Ilustración 6 T78 contra <i>Fusarium sp.</i> con sus tres repeticiones para % de inhibición de los aislamientos de terrenos de cultivo.	36
Ilustración 7 T80 contra <i>Fusarium sp.</i> con sus tres repeticiones para % de inhibición de los aislamientos de terrenos de cultivo.	36
Ilustración 8 T86 contra <i>Fusarium sp.</i> con sus tres repeticiones para % de inhibición de los aislamientos de terrenos de cultivo.	36
Ilustración 9 T46 contra <i>Fusarium sp.</i> con sus tres repeticiones para % de inhibición de los aislamientos de zonas boscosas.	37
Ilustración 10 T48 contra <i>Fusarium sp.</i> con sus tres repeticiones para % de inhibición de los aislamientos de zonas boscosas.	37
Ilustración 11 forma de medir DSP y DCAP en los enfrentamientos.	38
Ilustración 12 T22 contra <i>Fusarium sp.</i> con sus tres repeticiones para el grado de colonización de los aislamientos de terrenos de cultivo.	39
Ilustración 13 T49 contra <i>Fusarium sp.</i> con sus tres repeticiones para el grado de colonización de los aislamientos de terrenos de cultivo.	39
Ilustración 14 T50 contra <i>Fusarium sp.</i> con sus tres repeticiones para el grado de colonización de los aislamientos de terrenos de cultivo.	40
Ilustración 15 T51 contra <i>Fusarium sp.</i> con sus tres repeticiones para el grado de colonización de los aislamientos de terrenos de cultivo.	40
Ilustración 16 T53 contra <i>Fusarium sp.</i> con sus tres repeticiones para el grado de colonización de los aislamientos de terrenos de cultivo.	40
Ilustración 17 T56 contra <i>Fusarium sp.</i> con sus tres repeticiones para el grado de colonización de los aislamientos de terrenos de cultivo.	40
Ilustración 18 T58 contra <i>Fusarium sp.</i> con sus tres repeticiones para el grado de colonización de los aislamientos de terrenos de cultivo.	40
Ilustración 19 T60 contra <i>Fusarium sp.</i> con sus tres repeticiones para el grado de colonización de los aislamientos de terrenos de cultivo.	40
Ilustración 20 T78 contra <i>Fusarium sp.</i> con sus tres repeticiones para el grado de colonización de los aislamientos de terrenos de cultivo.	41
Ilustración 21 T79 contra <i>Fusarium sp.</i> con sus tres repeticiones para el grado de colonización de los aislamientos de terrenos de cultivo.	41
Ilustración 22 T81 contra <i>Fusarium sp.</i> con sus tres repeticiones para el grado de colonización de los aislamientos de terrenos de cultivo.	41
Ilustración 23 T80 contra <i>Fusarium sp.</i> con sus tres repeticiones para el grado de colonización de los aislamientos de terrenos de cultivo.	41
Ilustración 24 T86 contra <i>Fusarium sp.</i> con sus tres repeticiones para el grado de colonización de los aislamientos de terrenos de cultivo.	41
Ilustración 25 T87 contra <i>Fusarium sp.</i> con sus tres repeticiones para el grado de colonización de los aislamientos de terrenos de cultivo.	41

Ilustración 26 T29 contra <i>Fusarium sp.</i> con sus tres replicas para el grado de colonización de las zonas de bosque.	42
Ilustración 27 T34 contra <i>Fusarium sp.</i> con sus tres replicas para el grado de colonización de las zonas de bosque.	42
Ilustración 28 T46 contra <i>Fusarium sp.</i> con tres replicas para el grado de colonización de las zonas de bosque.	43
Ilustración 29 T29 contra <i>Fusarium sp.</i> con sus tres replicas para el grado de colonización de las zonas de bosque.	43
Ilustración 30 Invasión total de la superficie de la colonia del hongo patógeno <i>Trichoderma sp.</i> sobre <i>Fusarium sp.</i>	43
Ilustración 31 Invasión total de la superficie de la colonia del hongo patógeno y esporulación sobre ella <i>Trichoderma sp.</i> sobre <i>Fusarium sp.</i>	44
Ilustración 32 T22 contra <i>Phytophthora sp.</i> con sus tres replicas en sus porcentajes de inhibición de los aislamientos de terrenos de cultivo.....	47
Ilustración 33 T50 contra <i>Phytophthora sp.</i> con sus tres replicas en sus porcentajes de inhibición de los aislamientos de terrenos de cultivo.....	47
Ilustración 34 T60 contra <i>Phytophthora sp.</i> con sus tres replicas en sus porcentajes de inhibición de los aislamientos de terrenos de cultivo.....	47
Ilustración 35 T45 contra <i>Phytophthora sp.</i> con sus tres repeticiones y su % de Inhibición de aislamientos de zonas boscosas	48
Ilustración 36 T48 contra <i>Phytophthora sp.</i> con sus tres repeticiones y su % de Inhibición de aislamientos de zonas boscosas	48
Ilustración 37 DSP y DCAP en los enfrentamientos de <i>Trichoderma sp.</i> contra <i>Phytophthora sp.</i>	49
Ilustración 38 T49 contra <i>Phytophthora sp.</i> con un mejor porcentaje de colonización de aislamientos de terrenos de cultivo.	50
Ilustración 39 T52 contra <i>Phytophthora sp.</i> con un mejor porcentaje de colonización de los aislamientos de terrenos de cultivo.	51
Ilustración 40 T53 contra <i>Phytophthora sp.</i> con un mejor porcentaje de colonización de los aislamientos de terrenos de cultivo.	51
Ilustración 41 T79 contra <i>Phytophthora sp.</i> con un mejor porcentaje de colonización de los aislamientos de terrenos de cultivo.	51
Ilustración 42 T81 contra <i>Phytophthora sp.</i> con un mejor porcentaje de colonización de los aislamientos de terrenos de cultivo.	51
Ilustración 43 T34 contra <i>Phytophthora sp.</i> con un mejor porcentaje de colonización de aislamientos de zonas de bosque	52
Ilustración 44 T46 contra <i>Phytophthora sp.</i> con un mejor porcentaje de colonización de aislamientos de zonas de bosque.	52
Ilustración 45 T48 contra <i>Phytophthora sp.</i> con un mejor porcentaje de colonización de aislamientos de zonas de bosque.	53
Ilustración 46 Invasión total de <i>Trichoderma sp.</i> y esporulación sobre el patógeno.	53

III. ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Taxonomía de <i>Trichoderma</i>	15
Tabla 2 Capacidad Antagónica de <i>Trichoderma sp.</i> contra Hongos Fitopatógenos	31
Tabla 3 localización y tipos de suelos usados para el aislamiento de los <i>Trichoderma sp.</i>	33
Tabla 4 velocidad de crecimiento de los aislamientos de <i>Trichoderma sp.</i> , <i>Fusarium sp.</i> , <i>Phytophthora sp.</i>	34
Tabla 5 Porcentajes de inhibición de <i>Fusarium sp.</i> en pruebas duales con aislamientos de <i>Trichoderma sp.</i> (promedio de tres repeticiones)	35
Tabla 6 Porcentajes de inhibición de <i>Fusarium sp.</i> en pruebas duales con aislamientos de <i>Trichoderma sp.</i> (promedio de tres repeticiones)	37
Tabla 7 porcentajes de colonización de los aislamientos de <i>Trichoderma</i> obtenidos de terrenos de cultivo contra <i>Fusarium sp.</i>	39

Tabla 8 Porcentajes de colonización de los <i>Trichodermas</i> aislados de zonas de bosque contra <i>Fusarium sp.</i>	42
Tabla 9 Promedios de los Grados Antagónicos de <i>Trichoderma sp.</i> aislados en terrenos de cultivo.....	44
Tabla 10 Promedios de los Grados Antagónicos de <i>Trichoderma sp.</i> aislados en suelos de bosque.....	45
Tabla 11 Porcentajes de inhibición de <i>Trichodermas sp.</i> contra <i>Phytophthora sp.</i>	46
Tabla 12 Porcentajes de inhibición de <i>Trichodermas sp.</i> contra <i>Phytophthora sp.</i>	48
Tabla 13 porcentajes de colonización de los aislamientos de <i>Trichoderma sp.</i> recuperados de terrenos de cultivo contra <i>Phytophthora sp.</i>	50
Tabla 14 Porcentajes de colonización de los <i>Trichoderma sp.</i> aislados de las zonas de bosque contra <i>Phytophthora sp.</i>	52
Tabla 15 Promedios de los Grados Antagónicos de <i>Trichoderma sp.</i> aislados en terrenos de cultivo.....	54
Tabla 16 Promedios de los Grados Antagónicos de <i>Trichoderma sp.</i> aislados en zonas de bosque.....	54
Tabla 17 Mejores valores obtenidos en los enfrentamientos de <i>Trichoderma sp.</i> contra <i>Fusarium sp.</i>	56
Tabla 18 valores obtenidos de los enfrentamientos duales de <i>Trichoderma sp.</i> contra <i>Phytophthora sp.</i>	57

**PRUEBAS DE ANTAGONISMO DE *Trichoderma sp.* EN
CONTRA *Phytophthora sp.* y *Fusarium sp.***

IV. RESUMEN

Trichoderma es un hongo de gran importancia a nivel agrícola gracias a las grandes ventajas que ofrece como agente biológico; para la protección de plantas frente al ataque de Fitopatógenos causantes de enfermedades de importancia económica, como lo es en el caso de los cultivos de hortalizas.

En el presente trabajo se evaluó la capacidad antagónica de 22 cepas de la especie *Trichoderma sp.* aisladas de diferentes tipos de suelos (terrenos de cultivo y zonas boscosas) frente a *Fusarium sp.* un fitopatógeno causante de muchas enfermedades en las plantas y *Phytophthora sp.* un Oomyceto causante de las plagas en las plantas. Con el objetivo de evaluar la efectividad antagónica de *Trichoderma sp.* contra *Fusarium sp.* y *Phytophthora sp.* causante de la marchitez en hortalizas. Determinando su porcentaje de inhibición de crecimiento, porcentaje de invasión y utilizando la escala planteada por Bernal et al, (1996), para su capacidad antagónica.

Palabras clave: Porcentaje de inhibición, porcentaje de invasión, capacidad antagónica, *Trichoderma*.

V. ABSTRAC

Trichoderma is a fungus of great importance at the agricultural level thanks to the great advantages it offers as a biological agent; for the protection of plants against the attack of phytopathogens causing diseases of economic importance, as it is in the case of vegetable crops.

In the present work, the antagonistic capacity of 22

species of *Trichoderma sp.* isolated from different types of soils (croplands and wooded areas) in front of *Fusarium sp.* a phytopathogen that causes many diseases in plants and *Phytophthora sp.* an Oomycete that causes pests in plants. With the objective of evaluating the antagonistic effectiveness of *Trichoderma sp.* against *Fusarium sp.* and *Phytophthora sp.* cause of wilt in vegetables. Determining its percentage of inhibition of growth, percentage of invasion and using the scale proposed by Bernal et al, (1996), for its antagonistic capacity.

Key words: Percentage of inhibition, percentage of invasion, antagonistic capacity, *Trichoderma*.

1.- INTRODUCCIÓN

En la agricultura uno de los aspectos importantes a cuidar es el control de plagas y enfermedades en las plantas; por ello se busca reducir las pérdidas económicas ocasionadas por diferentes efectos como lo son los agentes químicos o biológicos.

Las especies pertenecientes al género *Trichoderma* se caracterizan por ser hongos saprófitos, que sobreviven en suelos con diferentes cantidades de materia orgánica, los cuales son capaces de descomponerla y en determinadas condiciones pueden ser anaerobios facultativos, lo que les permite mostrar una mayor plasticidad ecológica.

Las especies de *Trichoderma* se encuentran presentes en todas las latitudes, desde las zonas polares hasta la ecuatorial. Esta distribución tan amplia y su plasticidad ecológica están estrechamente relacionadas con la alta capacidad enzimática que poseen para degradar sustratos, un metabolismo versátil y resistencia a inhibidores microbianos. No obstante, se han realizado pocos estudios acerca de la sobrevivencia, establecimiento y proliferación de este antagonista en la rizosfera de la planta.

Reino	Fungi
División	Mycota
Subdivisión	Eumycota
Clase	Hyphomycetes.
Orden	Orden
Familia	Moniliaceae.
Genero	<i>Trichoderma</i>

Tabla 1 Taxonomía de *Trichoderma*

Trichoderma sp. es un organismo de vida libre en suelos y ecosistemas de raíz, donde se pueden observar interacciones complejas entre la planta huésped, los patógenos y diversos factores del ambiente. Este es un microorganismo parecido a los hongos (oomicetos) fácil de aislar y cultivar en medios de cultivo naturales o semisintéticos. (Hjelhord y Tronsmo, 1998).

El género *Trichoderma* posee buenas cualidades para el control de enfermedades en plantas causadas por patógenos fúngicos del suelo, principalmente de los géneros *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Sclerotium*, *Pythium* y *Fusarium* entre otros. (Gonzalez et al., 1998)

Diversas especies de *Trichoderma* spp. son utilizadas en la agricultura para el manejo de fitopatógenos, ya que limitan el desarrollo de hongos dañinos como *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum*, *Verticillium dahliae* (González et al, 2005).

En el caso de *Fusarium* sp. se reporta que ataca a más de 100 especies de plantas gimnospermas y angiospermas y que puede formar tres estructuras de resistencia: macroconidios (estructuras distintivas del género), microconidios y clamidosporas, estas últimas son las que le permiten sobrevivir como saprófito de vida libre en ausencia de un hospedero.

En este trabajo se evaluó bajo condiciones de laboratorio la capacidad antagónica de aislamientos de *trichodemas* sp nativos de distintos suelos (terrenos de cultivos y suelos de bosques) contra el hongo Fitopatógeno

Fusarium sp y *Phytophthora sp.*

2.- OBJETIVOS

2.1 Objetivo general.

1. Determinar la efectividad antagónica de *Trichoderma sp.* contra *Fusarium sp.* y *Phytophthora sp.* causante de la marchitez en hortalizas.

2.2 Objetivos particulares.

1. Evaluar el porcentaje de inhibición de crecimiento, de invasión y utilizando la escala planteada por Bernart et al, 1996, de *Trichoderma sp.* sobre *Fusarium sp.*
2. Evaluar el porcentaje de inhibición de crecimiento, de invasión y utilizando la escala planteada por Bernart et al, 1996, de *Trichoderma sp.* sobre *Phytophthora sp.*

3.- REVISIÓN DE LITERATURA

Mediante el uso de hongos y bacterias antagonistas se han podido conocer estrategias con mayor potencial para el control de enfermedades ocasionadas por patógenos del suelo. Muchas de esas especies saprofitas como *Trichoderma* sp., *Gliocadium* spp. Y *Verticillium lecanii* son antagonistas de varios organismos (plagas), abarcando patógenos en plantas, malezas e insectos.

Las especies de *Trichoderma* han sido investigadas como agentes de control biológico de enfermedades de fúngicas por cerca de 70 años (Hjeljord y Tronsmo, 1998), pero recientemente se ha buscado aprovechar al máximo esta especie en forma de un mejor control biológico.

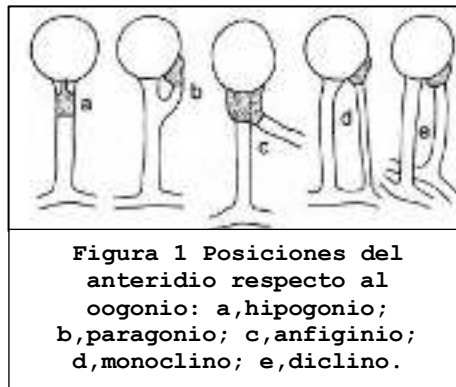
El éxito del buen uso de la especie de *Trichoderma* es debido a su alta capacidad de sobrevivir en ambientes desfavorables, eficiencia en la ausencia de varios nutrientes, capacidad para modificar la rizósfera, fuerte agresividad contra hongos fitopatógenos y eficiencia de crecimiento en plantas e inducción de mecanismos en defensa (Benitez y Rincon 2004).

Los Oomycota producen zoosporas biflageladas. La fase sexual está claramente diferenciada en oogonio y anteridio (figura 1).

Dentro del oogonio ocurre la meiosis y se producen una a varias oosferas, según la especie, con un núcleo haploide. También ocurre la meiosis en el anteridio, el cual crece hacia el oogonio y forma los tubos de fertilización que penetran en las oosferas transfiriendo los núcleos haploides, dando luego la oospora con un solo

núcleo diploide.

Cuando ésta germina origina un micelio diploide en contraste con el micelio haploide de la mayoría de los hongos. Otra característica de los oomicetos, que los distingue de los hongos, es la presencia de zoosporas biflageladas que tiene un flagelo como látigo, enteramente liso, y el otro como pincel, recubierto por pelos tubulares de 1-2 μm de largo. Las zoosporas de los hongos quitridiales sólo presentan un flagelo liso. *Achlya*, *Pythium*, *Phytophthora* y *Saprolegnia* son géneros típicos de los oomicetos (Carlile et al, 2001).



La temperatura influye sobre el destino del zoosporangio en el fitopatógeno *Phytophthora infestans*, por debajo de 15°C forma zoosporas pero por sobre los 20°C genera un tubo germinativo. Por lo tanto, en la solución fría del suelo las zoosporas nadan para encontrar un nuevo hospedante (Moore et al, 2011).

3.1 Mecanismos de acción de *Trichoderma*

En la acción biocontroladora de *Trichoderma* se han descrito diferentes mecanismos de acción que regulan el desarrollo de los hongos fitopatógenos. Entre estos

mecanismos, los principales son la competencia por el espacio y los nutrientes que se encuentren en su disposición, el micoparasitismo y la antibiosis (Lorenzo, 2000).

Además se conoce que *Trichoderma* presenta otros mecanismos, cuya acción biorreguladora es de forma indirecta. Entre estos se pueden mencionar los que inducen mecanismos de defensa fisiológico y bioquímico como es la activación en la planta de compuestos relacionados con la resistencia. con la detoxificación de toxinas excretadas por patógenos y la desactivación de enzimas de estos durante el proceso de infección; la solubilización de elementos nutritivos, que en su forma original no son accesibles para las plantas. Tienen la capacidad además, de crear un ambiente favorable al desarrollo radical lo que aumenta la tolerancia de la planta al estrés.

3.2 Competencia

La competencia constituye un mecanismo de antagonismo muy importante. Se define como el comportamiento desigual de dos o más organismos ante un mismo requerimiento (sustrato, nutrientes), siempre y cuando la utilización de este por uno de los organismos reduzca la cantidad o espacio disponible para los demás. Este tipo de antagonismo se ve favorecido por las características del agente control biológico como plasticidad ecológica, velocidad de crecimiento y desarrollo, y por otro lado por factores externos como tipo de suelo, pH, temperatura, humedad, entre otros. (Hjeljord L, Ahmad JS 1987-1998).

3.3 Micoparasitismo

El micoparasitismo es definido como una simbiosis antagónica entre organismos, en el que generalmente están implicadas enzimas extracelulares tales como quitinasas, celulasas, y que se corresponden con la composición y estructura de las paredes celulares de los hongos parasitados.

El micoparasitismo es definido como una simbiosis antagónica entre organismos, en el que generalmente están implicadas enzimas extracelulares tales como quitinasas, celulasas, y que se corresponden con la composición y estructura de las paredes celulares de los hongos parasitados proceso parasítico, que conlleva al debilitamiento casi total del fitopatógeno (Carsolio C. et al, 1999).

El micoparasitismo como mecanismo de acción antagónica en *Trichoderma sp.* ha sido ampliamente estudiado (Chet et al, 1998). No obstante, existen aspectos en el mismo que no están totalmente esclarecidos. Este es un proceso complejo que para su estudio se ha separado en cuatro etapas. El desarrollo de cada etapa depende de los hongos involucrados, de la acción biotrófica o necrotrófica del antagonista y de las condiciones ambientales (Chet y Benhamou 1998), explican detalladamente cada una de estas etapas, para el caso de las especies de *Trichoderma*.

Crecimiento quimiotrófico: El quimiotropismo positivo es el crecimiento directo hacia un estímulo químico (Chet I, Inbar J. 1994). En la etapa de localización del hospedante, se ha demostrado que *Trichoderma* puede detectarlo a distancia y sus hifas crecen en dirección al patógeno como respuesta a un estímulo químico.

3.4 Reconocimiento:

Las investigaciones realizadas a lo largo de muchos años con un número considerable de cepas de *Trichoderma* y de especies de hongos fitopatógenos han demostrado que estas son efectivas sólo contra patógenos específicos. El conocimiento de esta especificidad condujo a la idea de que el reconocimiento molecular entre *Trichoderma* y el hospedante es el evento esencial que precede al proceso antagonista (Chet I, Inbar J. 1994).

Esto es un elemento a tener en cuenta para la aplicación práctica de este hongo, y para la búsqueda de nuevos aislamientos más adaptados y eficaces como un proceso continuo.

El reconocimiento se realiza a través de interacciones lectinas-carbohidratos. Las lectinas son proteínas enlazadas a azúcares o glicoproteínas, las cuales aglutinan células y están involucradas en las interacciones entre los componentes de la superficie de las células y su ambiente extracelular, Barondes (Chet I, Inbar J. 1994).

La producción de lectinas se ha investigado en *R. solani* y *S.rolfsii*. En todos los casos se encontraron evidencias directas, de que las lectinas están involucradas en el micoparasitismo (Perez N. 1996, Chet I, Inbar J. 1994).

3.5 Adhesión y enrollamiento:

Cuando la respuesta de reconocimiento es positiva, las hifas de *Trichoderma* se adhieren a las del hospedante

mediante la formación de estructuras parecidas a ganchos y apresorios, se enrollan alrededor de estas, todo esto está mediado por procesos enzimáticos (Perez N. 1996), la adherencia de las hifas de *Trichoderma* ocurre gracias a la asociación de un azúcar de la pared del antagonista con una lectina presente en la pared del patógeno.

3.6 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 (Haram et al 1996). Por los puntos de contacto donde se produce la lisis y aparecen los orificios, penetra la hifa del micoparásito en las del hongo hospedante. La actividad enzimática en *Trichoderma* ha sido estudiada extensamente, así como las posibles funciones que desenvuelven en el micoparasitismo.

Las especies de *Trichoderma* tienen un elevado potencial parasítico, con una actividad metabólica muy particular, que les permite parasitar eficientemente las estructuras fúngicas de los hongos (Sandoval I., Lopez M. 2002).

Trichoderma excreta muchos metabolitos dentro de ellos enzimas (celulasas, glucanasas, lipasas, proteasas y quitinasas) que participan en la lisis de la pared celular de las hifas del hospedante, facilitando la inserción de estructuras especializadas y de hifas de *Trichoderma*, que absorben nutrientes del interior del hongo fitopatógeno (Eveleigh et al 1986). Misaghi (1984) y Adams (1990), plantearon que el micoparasitismo finalmente

termina con la pérdida del contenido citoplasmático de la célula del hospedante.

El citoplasma restante está principalmente rodeando las hifas invasoras, mostrando síntomas de disgregación, lo que disminuye la actividad patogénica del mismo.

Desde el punto de vista práctico las enzimas se tienen en cuenta como criterio en la selección de aislamientos.

(Elad *et al.* 1983), encontraron que los aislamientos de *Trichoderma* eficaces en el control de patógenos vegetales eran capaces de producir glucanasas, quitinasas y proteasas, por lo que recomienda que los aislamientos de *Trichoderma sp.* pueden ser seleccionados como agentes de control biológico en base a su capacidad de producir β -1,3-D glucanasa y quitinasa en presencia de glucano y quitina, respectivamente.

Por los resultados que se han obtenido hasta el momento, se ha llegado a la conclusión que la producción del factor inhibidor en *Trichoderma* depende más del aislamiento que de la propia especie. Aspecto este, que reafirma una vez más la búsqueda constante de nuevos aislamientos de este antagonista (Díaz J. 1994).

Liu y Baker (1980) plantearon que el micoparasitismo de *Trichoderma* sobre *R. solani* es el responsable de la disminución de la densidad de inóculo de este patógeno y que se corresponde con un incremento en la densidad de población de *Trichoderma sp.*

3.7 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 resistentes al antibiótico (Vero SM, Mondino P. 1999).

Muchas cepas de *Trichoderma* producen metabolitos secundarios volátiles y no volátiles, algunos de los cuales inhiben el desarrollo de otros microorganismos con los que no hacen contacto físico.

Tales sustancias inhibitoras son consideradas "antibióticos" (Hjeljord L, Tronsmo A. 1998).

Al inicio se estimó que la actividad inhibitora de aislamientos de *Trichoderma* sobre otros hongos se debía solo a compuestos no volátiles. Dennis y Webster (1971), fueron los pioneros en esta temática, con la realización de los trabajos más completos acerca de la función de los antibióticos producidos por hongos del género *Trichoderma* sobre patógenos de las plantas. Ellos relacionaron la actividad antibiótica de *Trichoderma sp.* con compuestos no volátiles, entre los que se encontraban uno identificado como *trichodermina* y otros metabolitos peptídicos.

En investigaciones posteriores Webster y Lomas (1964) citado por Díaz (1994), determinaron que *Trichoderma sp.* produce dos antibióticos más: gliotoxina y viridina. Más tarde Oliver y Germain (1998) citado por Martínez JT informaron que *T. harzianum Rifai* produce numerosos antibióticos como son: *trichodermina*, *suzukacilina*, *alameticina*, *dermadina*, *trichotecenos* y *trichorzianina*.

Posteriormente, Dennis y Webster (1971), detectaron que la actividad antibiótica de algunos aislamientos se debía también a la producción de compuestos volátiles, y notaron

que los aislamientos más activos poseían un fuerte olor a coco, posiblemente relacionado con la actividad antagonista. Los antibióticos volátiles tienen un efecto esencialmente fungistático, debilitando al patógeno y lo hacen más sensible a los antibióticos no volátiles, lo que se conoce como un "hiperparasitismo" de origen enzimático (Martinez *et al*, 1994).

Stefanova *et al*. (1999), informaron la presencia de metabolitos no volátiles con actividad antifúngica en cuatro aislamientos de *Trichoderma* y concluyeron que los mismos reducen el crecimiento micelial de *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan y *R. solani* en medios de cultivo envenenado con filtrados líquidos donde se habían cultivado las cepas antagónicas. Plantean además, que al parecer estos causan a nivel celular: vacuolización, granulación, coagulación, desintegración y lisis. Por otro método, Rivero *et al*. (2008), evaluaron el efecto de antibiosis de dos aislados de *Trichoderma* en cultivo dual con *A. padwickii*, *B. oryzae*, *C. lunata* y *Phoma sp.*, obteniendo inhibición significativa del crecimiento radial de estos patógenos.

Algunas de las enzimas no solo intervienen en el proceso de penetración y lisis, sino que actúan también como antibióticos, tal es el caso de la enzima endoquitinasa (Ech42) que causa hidrólisis en las paredes de *B. cinerea*, y además inhibe la germinación de conidios y el crecimiento de tubos germinativos de varios hongos (Carsolio *et al*, 199).

La producción metabólica de los aislamientos de *Trichoderma* presenta, al igual que el micoparasitismo, determinada especificidad. Samuels (1996), informa sobre un

grupo de cepas de *Trichoderma* denominado "Q" que produjeron gliotoxina y fueron efectivas frente a *R. solani*, pero no frente a *Pythium ultimum* Trow; mientras que otro grupo de cepas "P", que excretaron gliovirina mostraron resultados opuestos.

No obstante, la máxima eficacia pudiera lograrse con el sistema enzimático completo (Lorito *et al*, 1990), inclusive la selección tiene que ser más integral, donde intervengan diferentes modos de acción. Por ejemplo, Martínez *et al.* (2008), observaron al evaluar 59 aislamientos de *Trichoderma*, competencia por el sustrato, micoparasitismo y antibiosis. En casi todos los aislamientos determinaron al menos un tipo de interacción hifal bien definida, y algunos de ello presentaron hasta cuatro tipos de interacción sobre *R. solani*. Esto favorece el control por un lado y disminuye la posibilidad de que surja resistencia en el patógeno al antagonista (Vero SM, Mondino P. 1999).

4.- MATERIALES Y METODOS

Los aislamientos de *Trichoderma* utilizados fueron tomados como conservas del cepario en formación del Dr. Eduardo Molina Gayosso de la carrera de Ingeniería en Biotecnología. Para la reactivación de las cepas se utilizaron placas Petri con medio papa-dextrosa-agar (PDA) sin antibióticos.

En medio PDA se reactivaron 22 aislamientos de *Trichoderma* sp. En donde su número de identificación está en relación a su procedencia: T22, T23, T29, T34, T45, T46, T48, T78, T79, T80, T81, T86, T87, T49, T50, T51, T52, T53, T56, T58, T60 Y T62. Al momento de reactivar se midió su velocidad de crecimiento y su comportamiento en el medio con la finalidad de determinar la logística en la realización de las pruebas de confrontación.

Al igual que los aislamientos de *Trichoderma*, los patógenos que se utilizaron pertenecen al mismo cepario. Se utilizó *Fusarium* y *Phytophthora* con la finalidad de representar un hongo fitopatógeno y un oomiceto fitopatógeno. Ambos aislados de plantas con síntomas de enfermedad y con características morfológicas típicas lo que hace suponer que se trata de *Fusarium oxysporum* y *Phytophthora capsici*. Para fines de este trabajo se referirá a ellos como *Fusarium* sp. y *Phytophthora* sp.

Para la confrontación, también fue necesaria la velocidad de crecimiento de ambos fitopatógenos con el objetivo de saber en qué momento deberían ser sembrados y enfrentarlos contra los aislamientos de *Trichoderma* sp. El objetivo de saber las velocidades de crecimiento fue el de determinar en que momento se sembraba *Trichoderma* y los fitopatógenos de tal manera que la prueba inicia cuando ambos microorganismos a confrontar ocupan un tercio de la

distancia entre ambos.

Cada prueba de Antagonismo se hizo por triplicado para cada aislamiento de *Trichoderma sp.* con ambos fitopatógenos: *Fusarium sp.* y *Phytophthora sp.* Para poder observar bien las zonas de inhibición, las placas incubación en total 10 días.

De acuerdo a la velocidad de crecimiento de cada aislamiento de *Trichoderma* y de cada fitopatógeno, la prueba de antagonismo consiste en sembrar discos de 5 mm de diámetro de manera equidistante en placas P100 con medio PDA libre de antibióticos de tal manera que tanto el posible agente de control biológico como el fitopatógeno tengan en un momento dado 0.8 cm de crecimiento en dirección de cada uno, en este momento inicia la prueba de antagonismo. Entonces medidas de crecimiento de los organismos involucrados son tomados siete días después de iniciada la prueba.

4.1 Porcentaje de Inhibición

Royse y Ries (1978) comentan que la inhibición en los crecimientos duales es observada como zonas de inhibición del crecimiento antes de que el micelio de ambos microorganismos entre en contacto. Si no se cumple con esta condición se registran los datos de crecimiento y se calculan los respectivos porcentajes de inhibición. En el porcentaje se utiliza la siguiente fórmula:

$$I = 100X (R_2 - R_1) / R_2$$

R₁ = distancia entre el inóculo del patógeno y el borde de la colonia medido en la dirección del desarrollo de *Trichoderma*.

R₂ = crecimiento de la colonia del patógeno medido en la dirección del radio máximo.

EJEMPLO:

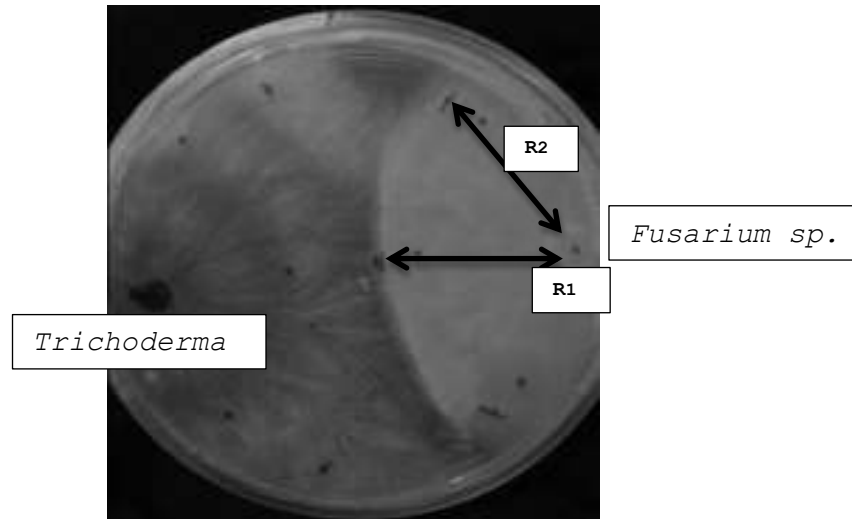


Ilustración 1 Inhibición de *Trichoderma*

4.2 Colonización

El porcentaje de colonización de *Trichoderma* sobre la colonia de cada fitopatógeno se estima de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$C = 100X (CDAP/DSP)$$

C = porcentaje de colonización

CDAP = distancia cubierta por el antagonista sobre la colonia del patógeno sobre el eje que separa ambos microorganismos.

EJEMPLO:

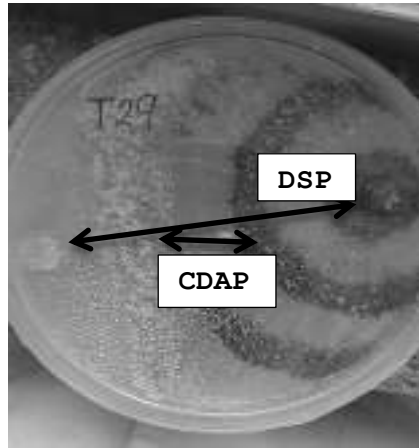


Ilustración 2 Porcentaje de Colonización

4.3 Capacidad Antagónica de *Trichoderma sp.* contra Hongos Fitopatógenos

Una vez montados los cultivos duales se evaluó la capacidad antagónica de *Trichoderma* a partir de los 7 días y hasta los 10 días, siguiendo la escala planteada por Bernal y colaboradores (1996).

Donde:

Grado Antagónico	Capacidad
0	Ninguna invasión de la superficie de la colonia del hongo patógeno.
1	Invasión del 25% de la superficie de la colonia del hongo patógeno.
2	Invasión del 50% de la superficie de la colonia del hongo patógeno.
3	Invasión total de la colonia del hongo patógeno.
4	Invasión total de la superficie de la colonia del hongo patógeno y esporulación sobre ella.

Tabla 2 Capacidad Antagónica de *Trichoderma sp.* contra Hongos Fitopatógenos

Las variables a considerar en este trabajo fueron: porcentaje de Inhibición de crecimiento de fitopatógeno, el porcentaje de colonización de *Trichoderma* sobre la colonia del fitopatógeno y la capacidad antagónica de *Trichoderma* sp. contra *Fusarium* sp. y *Phytophthora* sp.

Para reportar estos datos se realizó un promedio entre las tres repeticiones para tener un mejor manejo de los datos y no fueran confusos al momento de reportarlos.

5.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Aislamientos de *Trichoderma* usados en los enfrentamientos.

Para realizar los enfrentamientos de *Trichodermas sp.* se usaron 22 aislamientos de diferentes muestras de suelos procedentes en su mayoría de terrenos de cultivo y zonas de bosque, tabla 3.

TERRENOS DE CULTIVO	ZONAS DE BOSQUE
T22	T29
T23	T34
T49	T45
T50	T46
T51	T48
T52	
T53	
T56	
T58	
T60	
T62	
T78	
T79	
T80	
T81	
T86	
T87	

Tabla 3 localización y tipos de suelos usados para el aislamiento de los *Trichoderma sp.*

5.2 Velocidad de crecimiento

Como fue mencionado en materiales y métodos, se determinó la velocidad de crecimiento tanto de los aislamientos de *Trichoderma sp.* como de los fitopatógenos, *Fusarium sp* y *Phytophthora sp.* con la finalidad de establecer un estimado del momento y de cómo se establecerían los cultivos duales. Las cajas Petri, en medio PDA y libre de antibióticos, con los cultivos fueron incubadas hasta por 6 días a $27\pm 2^{\circ}\text{C}$.

	Velocidad de Crecimiento por Horas (cm).					
<i>Trichoderma sp.</i>	24h.	48h.	72h.	96h.	120h.	144h.
T22	0,84	1,7	2,2	3,01	3,44	4,14
T23	0,65	1,15	1,85	2,68	3,43	4,11
T29	0,72	1,32	2,02	2,83	3,52	4,22
T34	0,8	1,36	2,1	2,82	3,42	4,26
T45	0,56	1,36	2,08	2,76	3,36	4,08
T46	0,68	1,36	2,08	2,79	3,48	4,22
T48	0,7	1,28	2,11	2,76	3,62	4,31
T49	0,81	1,48	2,29	3,04	3,72	4,43
T50	0,63	1,31	2,04	2,76	3,34	4,08
T51	0,93	1,8	2,52	3,23	4,01	4,85
T52	0,41	0,97	1,53	2,39	3,03	3,63
T53	0,56	1,43	2,01	2,65	3,29	3,89
T56	0,83	1,63	2,37	3,09	3,78	4,57
T58	0,76	1,45	2,1	2,82	3,53	4,22
T60	0,74	1,42	2,18	2,86	3,58	4,29
T62	0,67	1,39	2,12	2,85	2,54	4,25
T78	0,84	1,68	2,1	3,01	3,35	4
T79	0,71	1,26	1,94	2,68	3,41	4,31
T80	0,73	1,42	2,17	2,99	2,83	4,58
T81	0,91	1,7	2,56	3,4	2,68	3,55
T86	0,82	1,61	2,29	3,07	3,86	4,62
T87	0,69	1,41	2,08	2,72	3,43	4,16
<i>Fusarium sp.</i>	0.4	0.8	1.24	1.63	2	2.4
<i>Phytophthora sp.</i>	0.2	0.4	0.62	0.85	1.3	1.4

Tabla 4 velocidad de crecimiento de los aislamientos de *Trichoderma sp.*, *Fusarium sp.*, *Phytophthora sp.*

De esta manera y tomando en consideración las medidas anteriores, se llegó a la generalidad, en estas pruebas duales, de que para la prueba de antagonismo de *Phytophthora sp.* contra *Trichoderma sp.* era conveniente sembrar primero a *Phytophthora sp.* para que lograra su crecimiento en una tercera parte la placa de (0.8 cm), esperar cuatro días, sembrar a *Trichoderma sp.* e incubar por 6 días a 28°C en oscuridad.

Para el caso de *Fusarium sp.*, primero se sembró al patógeno y se

incubó durante dos días para que el crecimiento alcanzara la distancia de una tercera parte de la caja Petri (0.8cm), posteriormente se sembró el aislamiento de *Trichoderma* sp. en el otro extremo de la placa y se incubó a 28°C en oscuridad.

5.3 Porcentaje de Inhibición de *Trichoderma* sp. contra *Fusarium* sp.

Los enfrentamientos se realizaron por triplicado para obtener una mejor precisión en los porcentajes de inhibición.

La tabla 5 muestra los porcentajes de inhibición de los diferentes aislamientos de *Trichoderma* sp. en los cultivos duales en contra de *Fusarium* sp. Se puede observar que cuando *Trichoderma* sp. es aislado de los terrenos de cultivo presentan inhibición en el crecimiento del patógeno en valores que van desde 2.9 hasta 31.8 por ciento.

SUELOS AGRICOLAS	% INHIBICION DE <i>Fusarium</i> sp.
T78	31,8
T80	23,8
T62	20,0
T60	17,2
T22	16,0
T86	15,5
T87	13,3
T52	13,0
T81	13,0
T79	12,7
T58	10,7
T51	9,5
T53	8,0
T23	7,0
T56	6,7
T50	4,3
T49	2,9

Tabla 5 Porcentajes de inhibición de *Fusarium* sp. en pruebas duales con aislamientos de *Trichoderma* sp. (promedio de tres repeticiones)

Los aislamientos de *Trichoderma* que registraron una mejor inhibición entre un 15%-35% contra el patógeno obtenidas de los terrenos de cultivo fueron: T22, T60, T62, T78, T80, T86 (Ilustración 3, 4, 5, 6, 7, 8).

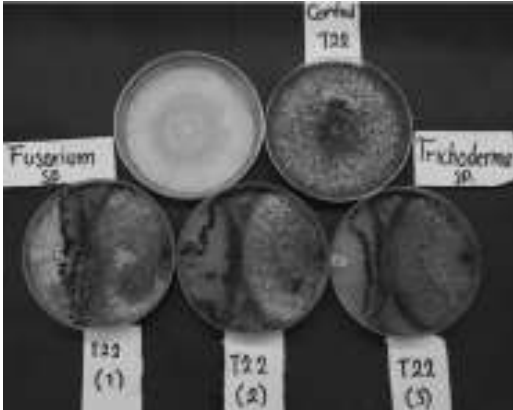


Ilustración 3 T22 contra *Fusarium sp.* con sus tres repeticiones para % de inhibición de los aislamientos de terrenos de cultivo.

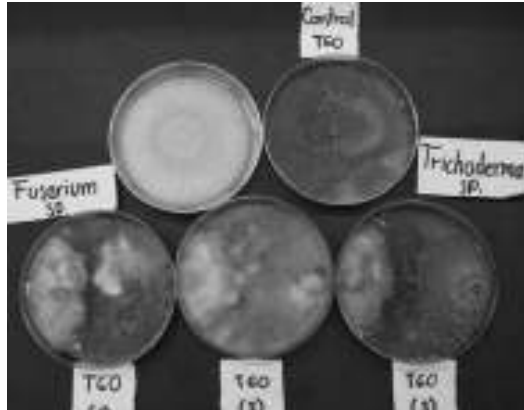


Ilustración 4 T60 contra *Fusarium sp.* con sus tres repeticiones para % de inhibición de los aislamientos de terrenos de cultivo.

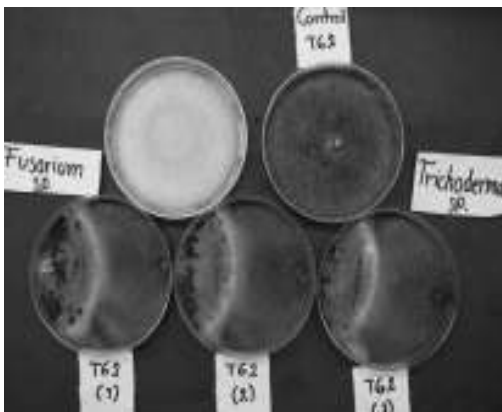


Ilustración 5 T62 contra *Fusarium sp.* con sus tres repeticiones para % de inhibición de los aislamientos de terrenos de cultivo.

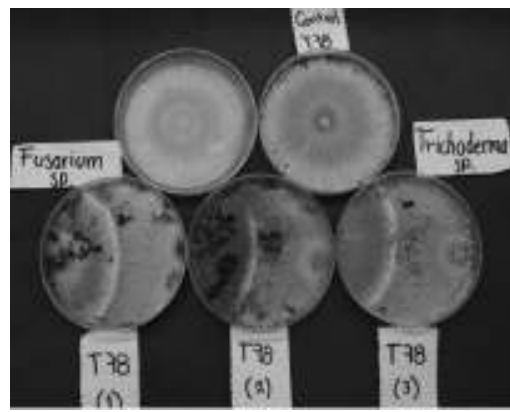


Ilustración 6 T78 contra *Fusarium sp.* con sus tres repeticiones para % de inhibición de los aislamientos de terrenos de cultivo.

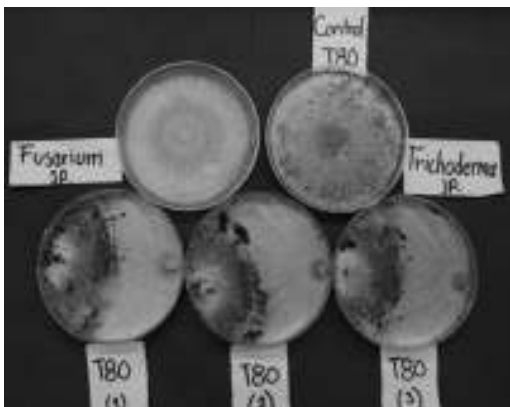


Ilustración 7 T80 contra *Fusarium sp.* con sus tres repeticiones para % de inhibición de los aislamientos de terrenos de cultivo.

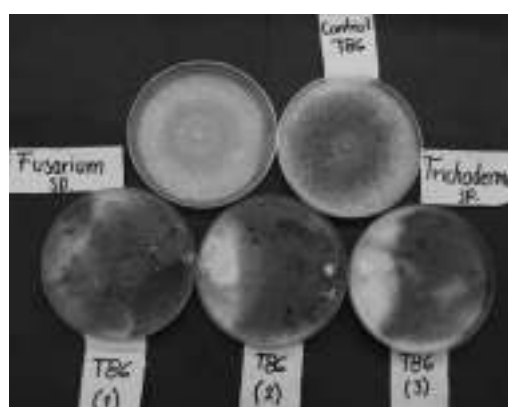


Ilustración 8 T86 contra *Fusarium sp.* con sus tres repeticiones para % de inhibición de los aislamientos de terrenos de cultivo.

Tomando en cuenta los porcentajes de inhibición que se registraron de cada cultivo dual en comparación al trabajo publicado por Reinel J. Y Carol S. (2009), los valores reportados en esta investigación son bajos ya que se obtuvo como máximo un 31.8% de inhibición y ellos reportan porcentajes arriba del 50%; nuestros porcentajes fueron bajos ya que ellos reportan sus medidas a los 10 días de enfrentamiento y en este trabajo se tomaron a los 7 días del enfrentamiento.

La tabla 6 muestra los porcentajes de inhibición de los diferentes aislamientos de *Trichoderma sp.* en los cultivos duales en contra de *Fusarium sp.* Se puede observar que cuando *Trichoderma sp.* es aislado de los suelos de zona de bosque presentan inhibición en el crecimiento del patógeno *Fusarium sp.* en valores que van desde 2.9 hasta 12.6 por ciento.

ZONAS DE BOSQUE	% INHIBICION DE <i>Fusarium sp.</i>
T46	12.6
T48	10.3
T45	4.1
T29	4.1
T34	2.9

Tabla 6 Porcentajes de inhibición de *Fusarium sp.* en pruebas duales con aislamientos de *Trichoderma sp.* (promedio de tres repeticiones)

Los aislamientos de *Trichoderma sp.* que registraron una buena inhibición de entre un 10%-15% contra el patógeno obtenida de las zonas boscosas fueron: T46, T48 (Ilustración 9, 10).

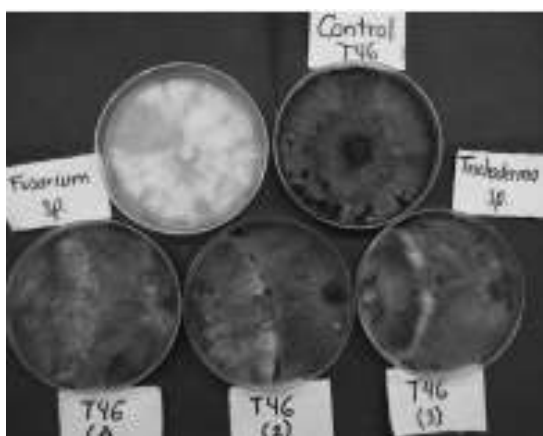


Ilustración 9 T46 contra *Fusarium sp.* con sus tres repeticiones para % de inhibición de los aislamientos de zonas boscosas. .

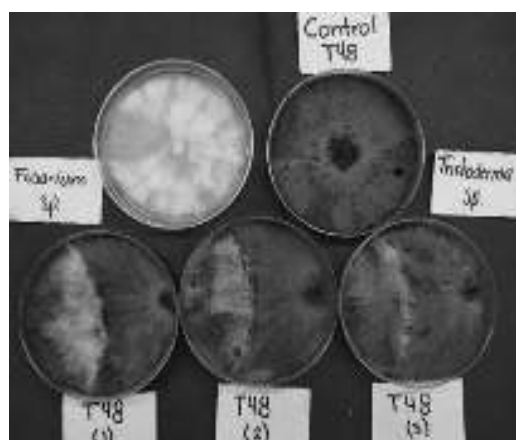


Ilustración 10 T48 contra *Fusarium sp.* con sus tres repeticiones para % de inhibición de los aislamientos de zonas boscosas. .

5.4 Porcentaje de Colonización

Para evaluar estos porcentajes de colonización se utilizaron los mismos 22 aislamientos de *Trichoderma sp.* recuperados de terrenos de cultivo y de zonas de bosque; para estos datos se retomaron las medidas de las cajas anteriores midiendo la distancia entre cada punto sembrado en la placa (DSP) y la distancia cubierta por antagonista sobre el patógeno sobre el eje que separa a ambos microorganismos (DCAP). (Ilustración 11)

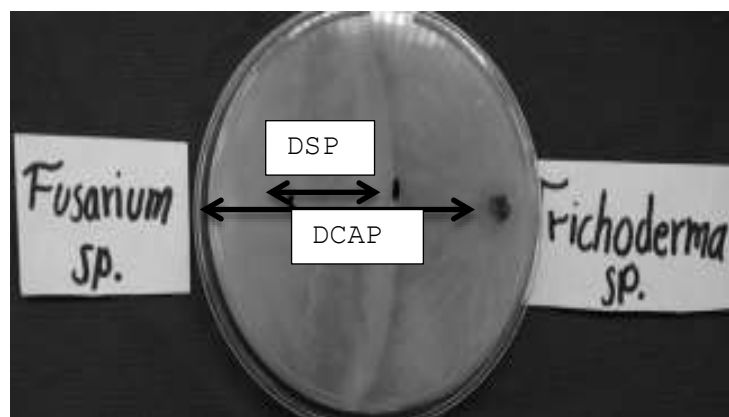


Ilustración 11 forma de medir DSP y DCAP en los enfrentamientos.

La tabla 7 muestra los porcentajes de colonización de los diferentes aislamientos de *Trichoderma sp.* en los cultivos duales en contra de *Fusarium sp.* Se puede observar que cuando *Trichoderma sp.* es aislado de los terrenos de cultivo presentan invasión en el crecimiento del patógeno *Fusarium sp.* en valores que van desde 11.9 hasta 29.8 por ciento.

SUELOS AGRICOLAS	% COLONIZACION de <i>Fusarium sp.</i>
T80	29.8
T87	29.0
T56	28.4
T58	25.6
T49	24.4
T81	24.3
T78	21.9
T50	21.9
T22	21.5
T51	20.7
T86	20.5
T79	20.2
T60	20.2
T53	20.1
T23	19.9
T52	12.2
T62	11.9

Tabla 7 porcentajes de colonización de los aislamientos de *Trichoderma* obtenidos de terrenos de cultivo contra *Fusarium sp.*

los aislamientos *Trichoderma sp.* obtenidos de los terrenos de cultivo que presentaron un mejor porcentaje entre 20%-30% de colonización contra el patógeno fueron: T22, T49, T50, T51, T53, T56, T58, T60, T78, T79, T80, T81, T86, T 87. (Ilustración 12-25)

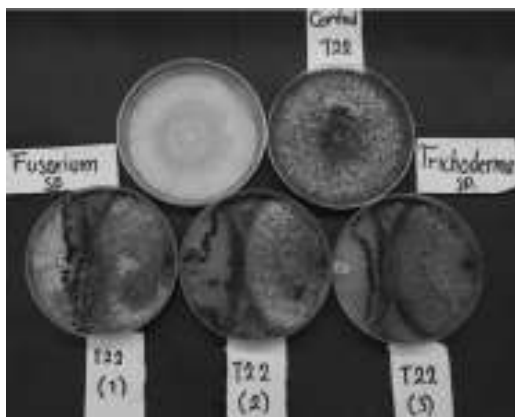


Ilustración 12 T22 contra *Fusarium sp.* con sus tres repeticiones para el grado de colonización de los aislamientos de terrenos de cultivo.

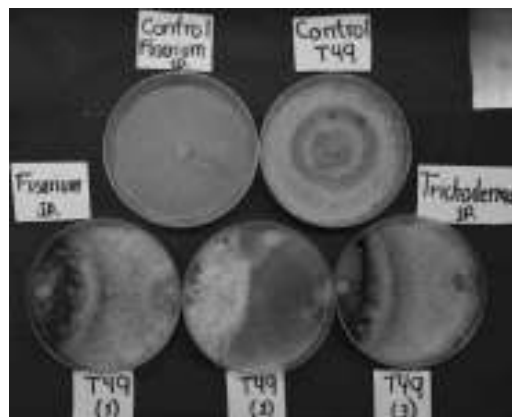


Ilustración 13 T49 contra *Fusarium sp.* con sus tres repeticiones para el grado de colonización de los aislamientos de terrenos de cultivo.

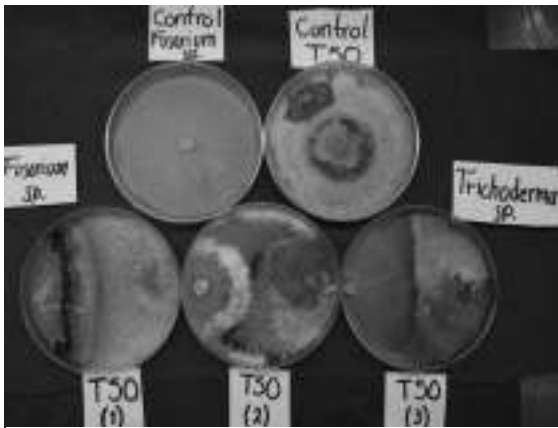


Ilustración 14 T50 contra *Fusarium sp.* con sus tres repeticiones para el grado de colonización de los aislamientos de terrenos de cultivo.

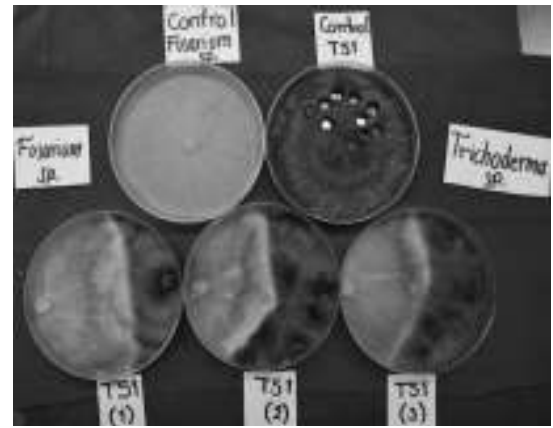


Ilustración 15 T51 contra *Fusarium sp.* con sus tres repeticiones para el grado de colonización de los aislamientos de terrenos de cultivo.

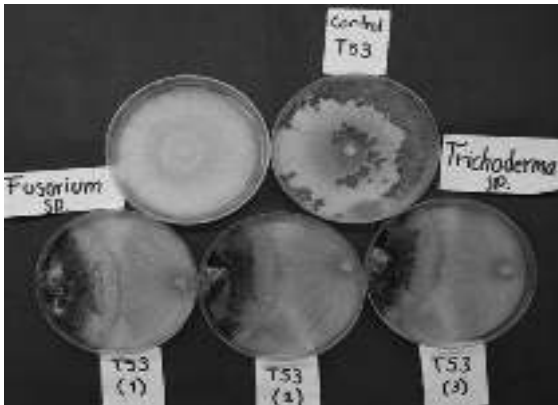


Ilustración 16 T53 contra *Fusarium sp.* con sus tres repeticiones para el grado de colonización de los aislamientos de terrenos de cultivo.

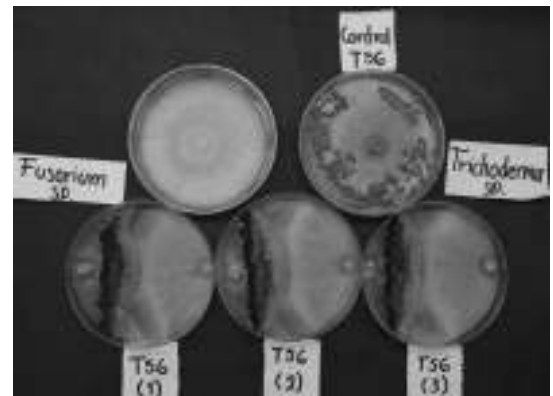


Ilustración 17 T56 contra *Fusarium sp.* con sus tres repeticiones para el grado de colonización de los aislamientos de terrenos de cultivo.

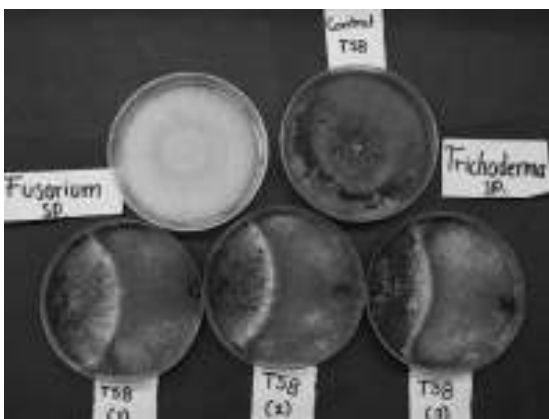


Ilustración 18 T58 contra *Fusarium sp.* con sus tres repeticiones para el grado de colonización de los aislamientos de terrenos de cultivo.

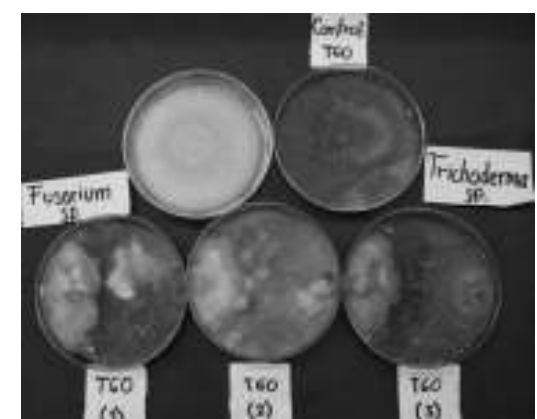


Ilustración 19 T60 contra *Fusarium sp.* con sus tres repeticiones para el grado de colonización de los aislamientos de terrenos de cultivo.

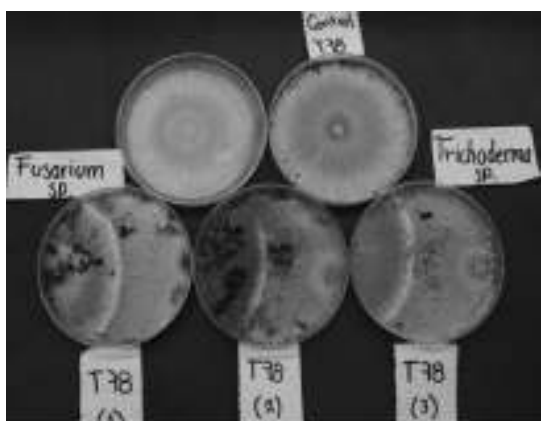


Ilustración 20 T78 contra *Fusarium sp.* con sus tres repeticiones para el grado de colonización de los aislamientos de terrenos de cultivo.

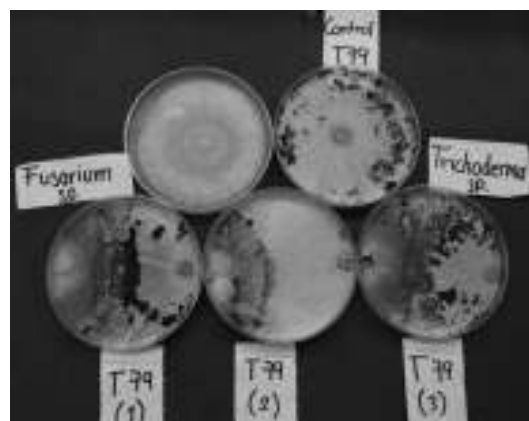


Ilustración 21 T79 contra *Fusarium sp.* con sus tres repeticiones para el grado de colonización de los aislamientos de terrenos de cultivo.

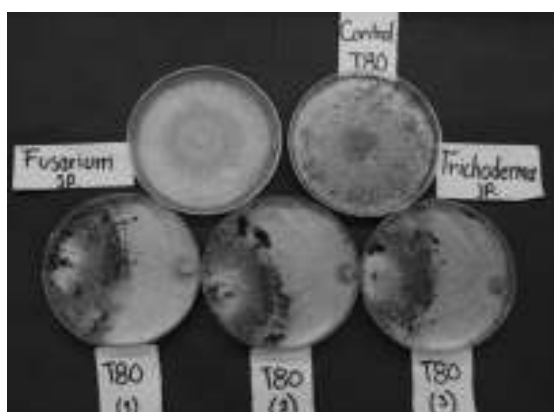


Ilustración 22 T81 contra *Fusarium sp.* con sus tres repeticiones para el grado de colonización de los aislamientos de terrenos de cultivo.

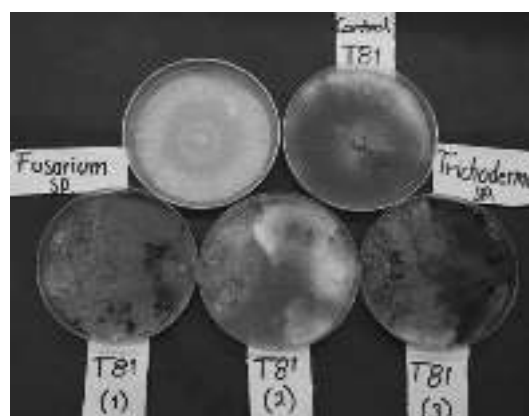


Ilustración 23 T80 contra *Fusarium sp.* con sus tres repeticiones para el grado de colonización de los aislamientos de terrenos de cultivo.

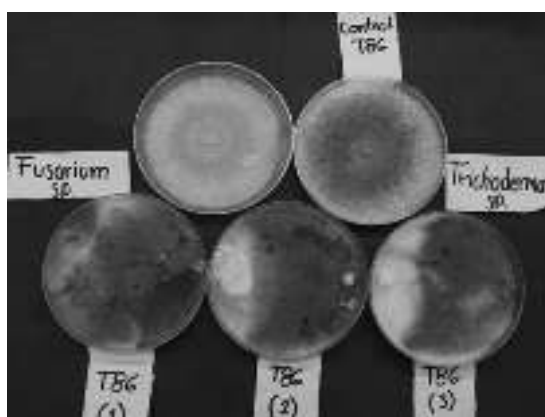


Ilustración 24 T86 contra *Fusarium sp.* con sus tres repeticiones para el grado de colonización de los aislamientos de terrenos de cultivo.

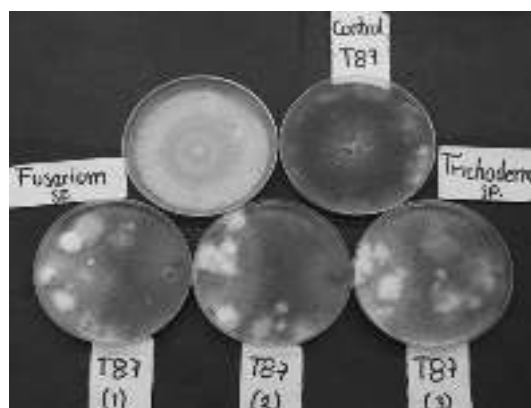


Ilustración 25 T87 contra *Fusarium sp.* con sus tres repeticiones para el grado de colonización de los aislamientos de terrenos de cultivo.

La tabla 8 muestra los porcentajes de colonización de los diferentes aislamientos de *Trichoderma sp.* en los cultivos duales en contra de

Fusarium sp. Se puede observar que cuando *Trichoderma* sp. es aislado de los suelos de bosque presentan inhibición en el crecimiento del patógeno *Fusarium* sp. en valores que van desde 19.5 hasta 29.1 por ciento.

ZONAS DE BOSQUE	% COLONIZACION DE <i>Fusarium</i> sp.
T29	29.1
T34	24.5
T48	21.6
T46	20.1
T45	19.5

Tabla 8 Porcentajes de colonización de los *Trichodermas* aislados de zonas de bosque contra *Fusarium* sp.

Entre Los mejores porcentajes de colonización se encuentran a T29, T34, T46, T48. (Ilustración 26, 27, 28, 29).

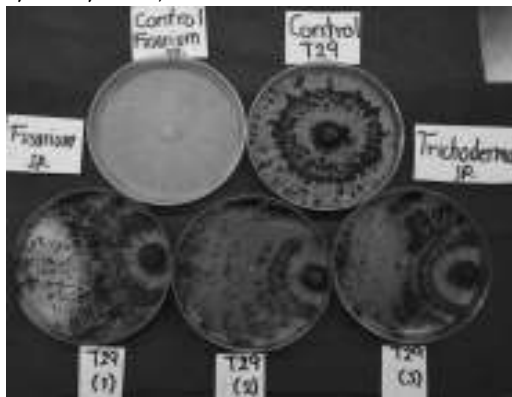


Ilustración 26 T29 contra *Fusarium* sp. con sus tres replicas para el grado de colonización de las zonas de bosque.

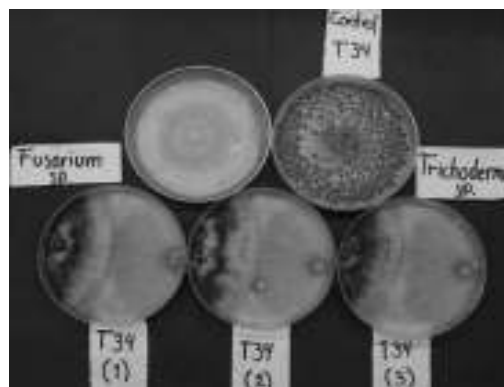


Ilustración 27 T34 contra *Fusarium* sp. con sus tres replicas para el grado de colonización de las zonas de bosque.

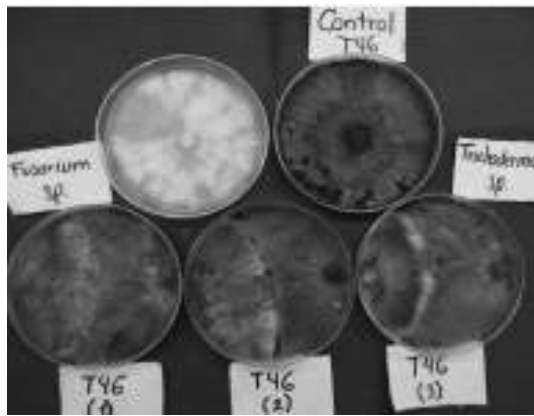


Ilustración 28 T46 contra *Fusarium sp.* con tres réplicas para el grado de colonización de las zonas de bosque.

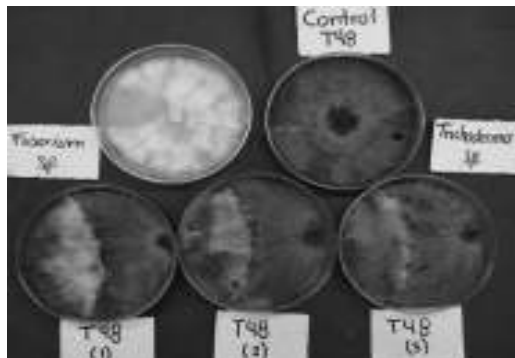


Ilustración 29 T29 contra *Fusarium sp.* con sus tres réplicas para el grado de colonización de las zonas de bosque.

5.5 Capacidad antagónica:

La evaluación de la capacidad antagónica de *Trichoderma sp.* sobre *Fusarium sp.* siguiendo la escala planteada por (Bernal et al, 1996), la mayor parte de los cultivos duales alcanzan los valores de grado 3 y 4, al presentar Invasión total de la superficie de la colonia del hongo patógeno (grado 3, ilustración 30) y una Invasión total de la superficie de la colonia del hongo patógeno y esporulación sobre ella (grado 4, ilustración 31).

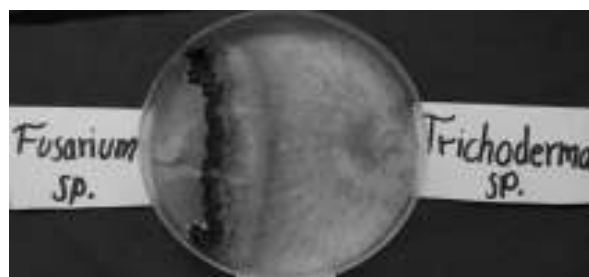


Ilustración 30 Invasión total de la superficie de la colonia del hongo patógeno *Trichoderma sp.* sobre *Fusarium sp.*



Ilustración 31 Invasión total de la superficie de la colonia del hongo patógeno y esporulación sobre ella *Trichoderma sp.* sobre *Fusarium sp.*

En la tabla 9 se evaluó la capacidad antagónica de los aislamientos de *Trichoderma sp.*, recuperados de terrenos de cultivo contra *Fusarium sp.* teniendo como resultados en su mayoría una Invasión total de la superficie de la colonia del hongo patógeno y esporulación sobre ella.

SUELOS AGRICOLAS	PROMEDIO ° ANTAGONICO
T22	4
T49	4
T51	4
T52	4
T58	4
T60	4
T62	4
T78	4
T79	4
T80	4
T81	4
T23	3
T50	3
T56	3
T86	3
T87	3
T53	2

Tabla 9 Promedios de los Grados Antagónicos de *Trichoderma sp.* aislados en terrenos de cultivo.

En la tabla 10 se muestran los valores obtenidos de los aislamientos de *Trichoderma sp.* recuperados de las zonas de bosque que presentó en su mayoría una Invasión total de la superficie de la colonia del hongo patógeno y esporulación sobre ella.

ZONAS DE BOSQUE	PROMEDIO ° ANTAGONICO
T29	4
T48	4
T45	4
T46	4
T34	3

Tabla 10 Promedios de los Grados Antagónicos de *Trichoderma sp.* aislados en suelos de bosque.

En los promedios de grado antagónico los valores obtenidos en su mayoría fueron en grado 4 ya que a comparación con el trabajo realizado por Juan C. Suarez (2008) reporta valores de grado 2-3 porque él evaluó estos grados a los 10 días finales de los enfrentamientos y en este trabajo se tomaron varios días después de terminada la prueba, por lo tanto se cree que los días de diferencia que se dejó correr afectó en que los cultivos duales siguieran con el enfrentamiento aún estando en temperatura ambiente, *Trichoderma sp.* continuo con su esporulación hasta por encima del patógeno por ello se alcanzaron valores de 3 y 4.

5.6 Mecanismos de Acción

En las observaciones hechas a nivel placa se denotó un desarrollo inusual en el crecimiento del patógeno, ya que *Trichoderma sp.* detenía el crecimiento del patógeno formando una capa sobre el limite de crecimiento del patógeno y en algunos casos hacia una esporulación sobre el patógeno.

Los aislamientos de *Trichoderma sp.* utilizados presentaron un modo de acción favorable por competencia de nutrientes y espacio, ya que crecen rápidamente, superando el crecimiento de *Fusarium sp.*, impidiendo el desarrollo normal e inhibiendo hasta en un 31.8% el desarrollo de este.

5.7 Porcentaje de Inhibición de *Trichoderma sp.* contra *Phytophthora sp.*

Los enfrentamientos se realizaron por triplicado para obtener una mejor precisión en los porcentajes de inhibición.

La tabla 11 muestra los porcentajes de inhibición de los diferentes aislamientos de *Trichoderma sp.* en los cultivos duales en contra de *Phytophthora sp.* Se puede observar que cuando *Trichoderma sp.* es aislado de los terrenos de cultivo presentan inhibición en el crecimiento del patógeno *Fusarium sp.* en valores que van desde 4.9 hasta 28.0 por ciento.

SUELOS AGRICOLAS	% de Inhibición de <i>Phytophthora sp.</i>
T22	28.0
T60	18.0
T50	15.2
T52	14.9
T87	14.8
T51	13.4
T86	13.3
T81	13.1
T79	11.7
T53	11.4
T78	11.0
T58	9.9
T23	9.2
T62	8.8
T56	6.4
T49	5.1
T80	4.9

Tabla 11 Porcentajes de inhibición de *Trichodermas sp.* contra *Phytophthora sp.*

Las cepas de *Trichoderma* que registraron una mejor inhibición entre un 15%-35% contra el patógeno obtenidas de los terrenos de cultivo fueron: T22, T50, T60. (Ilustración 32, 33,34).



Ilustración 32 T22 contra *Phytophthora sp.* con sus tres replicas en sus porcentajes de inhibición de los aislamientos de terrenos de cultivo.



Ilustración 33 T50 contra *Phytophthora sp.* con sus tres replicas en sus porcentajes de inhibición de los aislamientos de terrenos de cultivo.

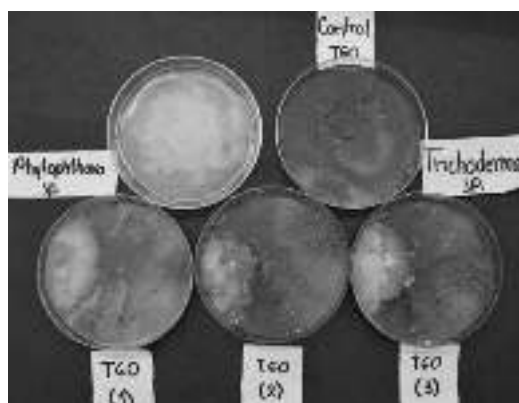


Ilustración 34 T60 contra *Phytophthora sp.* con sus tres replicas en sus porcentajes de inhibición de los aislamientos de terrenos de cultivo.

La tabla 12 muestra los porcentajes de inhibición de los diferentes aislamientos de *Trichoderma sp.* en los cultivos duales en contra de *Phytophthora sp.* Se puede observar que cuando *Trichoderma sp.* es aislado de las zonas de bosque presentan

inhibición en el crecimiento del patógeno *Fusarium sp.* en valores que van desde 5.1 hasta 11.4 por ciento.

ZONAS DE BOSQUE	% de Inhibición de <i>Phytophthora sp.</i>
T48	11.4
T45	10.4
T29	8.6
T46	5.8
T34	5.1

Tabla 12 Porcentajes de inhibición de *Trichoderma sp.* contra *Phytophthora sp.*

Los aislamientos de *Trichoderma sp.* que registraron una buena inhibición entre un 10%-15% contra el patógeno obtenida de las zonas boscosas fueron: T45, T48 (Ilustración 35, 36).

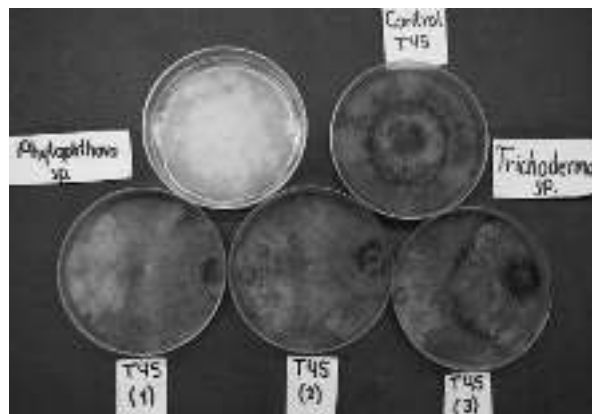


Ilustración 35 T45 contra *Phytophthora sp.* con sus tres repeticiones y su % de Inhibición de aislamientos de zonas boscosas

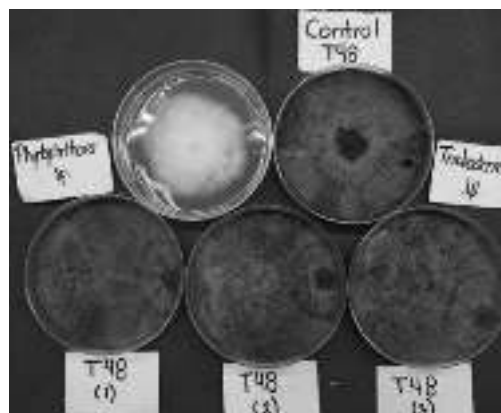


Ilustración 36 T48 contra *Phytophthora sp.* con sus tres repeticiones y su % de Inhibición de aislamientos de zonas boscosas

5.8 Porcentaje de Colonización

Para evaluar estos porcentajes de colonización se utilizaron las mismas 22 cepas de *Trichoderma* aisladas de terrenos de cultivo y de terrenos áridos; para estos datos se retomaron las medidas de las cajas anteriores midiendo la distancia entre cada punto sembrado en la placa (DSP) y la distancia cubierta por antagonista sobre el patógeno sobre el eje que separa a ambos microorganismos (DCAP). (Ilustración 37)

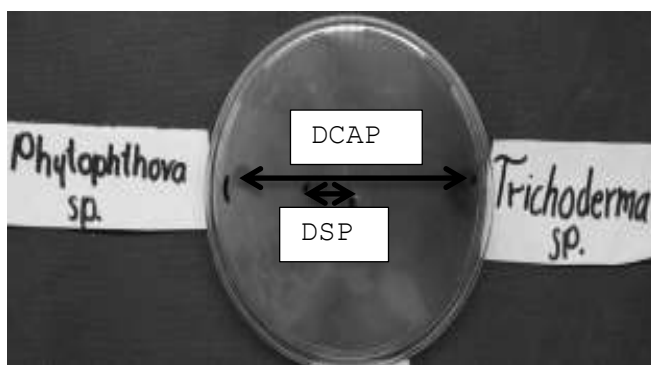


Ilustración 37 DSP y DCAP en los enfrentamientos de *Trichoderma sp.* contra *Phytophthora sp.*

La tabla 13 se muestra los porcentajes de colonización de los diferentes aislamientos de *Trichoderma sp.* en los cultivos duales en contra de *Phytophthora sp.* Se puede observar que cuando *Trichoderma sp.* es aislado de los terrenos de cultivo presentan invasión en el crecimiento del patógeno *Phytophthora sp.* en valores que van desde 6.9 hasta 47.4 por ciento.

SUELOS AGRICOLAS	% COLONIZACION DE <i>Phytophthora sp.</i>
T52	47.4
T53	28.2
T79	25.7
T49	20.3
T81	20.0
T87	19.7
T50	19.3
T58	19.2
T62	19.2
T56	18.1
T22	17.9
T80	17.8
T60	14.9
T78	7.3
T86	7.0
T51	6.9
T22	6.9

Tabla 13 porcentajes de colonización de los aislamientos de *Trichoderma sp.* recuperados de terrenos de cultivo contra *Phytophthora sp.*

los aislamientos *Trichoderma sp.* recuperados de los terrenos de cultivo que presentaron un mejor porcentaje arriba de 20%-30% de colonización contra el patógeno fueron: T49, T52, T53, T79, T81. (Ilustración 38-42).



Ilustración 38 T49 contra *Phytophthora sp.* con un mejor porcentaje de colonización de aislamientos de terrenos de cultivo.

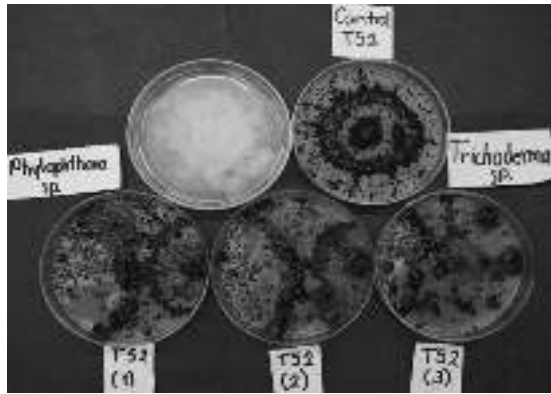


Ilustración 39 T52 contra *Phytophthora sp.* con un mejor porcentaje de colonización de los aislamientos de terrenos de cultivo.



Ilustración 40 T53 contra *Phytophthora sp.* con un mejor porcentaje de colonización de los aislamientos de terrenos de cultivo.

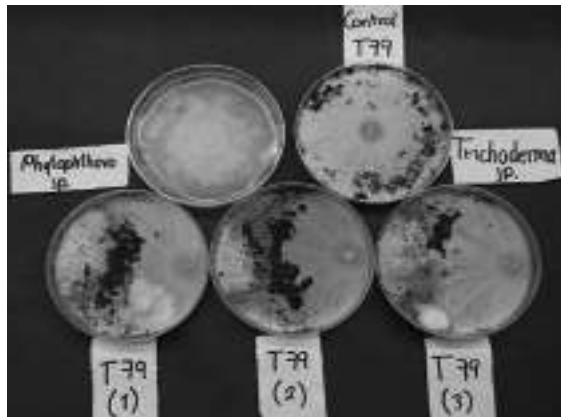


Ilustración 41 T79 contra *Phytophthora sp.* con un mejor porcentaje de colonización de los aislamientos de terrenos de cultivo.



Ilustración 42 T81 contra *Phytophthora sp.* con un mejor porcentaje de colonización de los aislamientos de terrenos de cultivo.

En la tabla 14 se muestra los porcentajes de colonización de los diferentes aislamientos de *Trichoderma sp.* en los cultivos duales en contra de *Phytophthora sp.* Se puede observar que cuando

Trichoderma sp. es aislado de las zonas de bosque presentan inhibición en el crecimiento del patógeno *Phytophthora sp.* en valores que van desde 14.1 hasta 25.7 por ciento.

ZONAS DE BOSQUES	% COLONIZACION DE <i>Phytophthora sp.</i>
T46	25.7
T48	20.1
T34	20.0
T48	16.2
T45	14.7

Tabla 14 Porcentajes de colonización de los *Trichoderma sp.* aislados de las zonas de bosque contra *Phytophthora sp.*

Los *Trichodermas* aislados de los suelos de bosque que presentaron un mejor porcentaje de colonización contra el patógeno fueron: T34, T46, T48. (Ilustración 43, 44, 45).

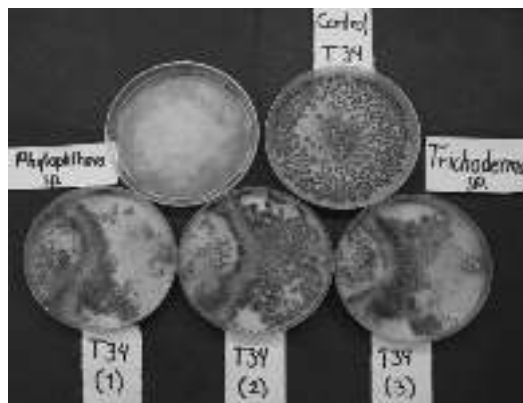


Ilustración 43 T34 contra *Phytophthora sp.* con un mejor porcentaje de colonización de aislamientos de zonas de bosque .

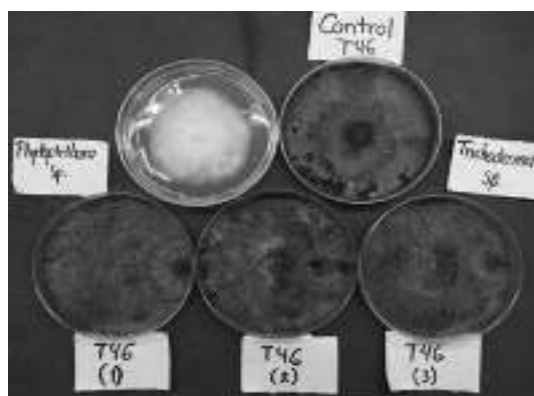


Ilustración 44 T46 contra *Phytophthora sp.* con un mejor porcentaje de colonización de aislamientos de zonas de bosque. .

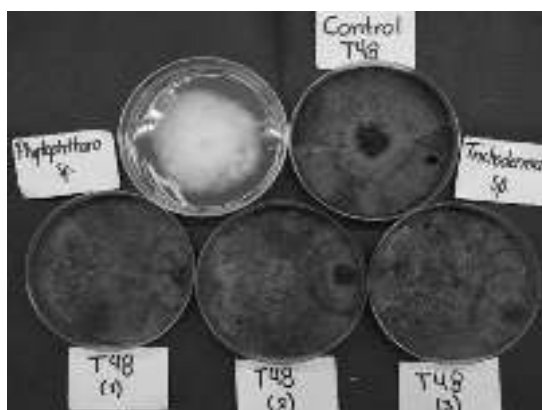


Ilustración 45 T48 contra *Phytophthora sp.* con un mejor porcentaje de colonización de aislamientos de zonas de bosque.

5.9 Capacidad antagónica:

La evaluación de la capacidad antagónica de *Trichoderma sp.* sobre *Phytophthora sp.* siguiendo la escala planteada por (Bernal et al, 1996), la mayor parte de los cultivos duales alcanzan los valores de grado 4, al presentar una Invasión total de la superficie de la colonia del hongo patógeno y esporulación sobre ella (grado 4, ilustración 46).

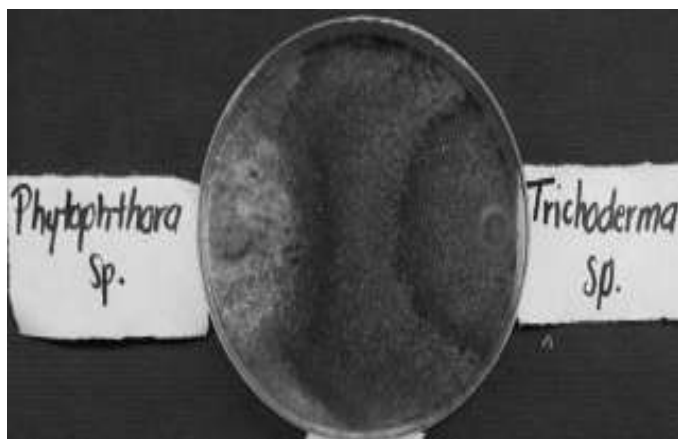


Ilustración 46 Invasión total de *Trichoderma sp.* y esporulación sobre el patógeno.

En la tabla 15 se evaluó la capacidad antagónica de los aislamientos de *Trichoderma sp.*, recuperados de terrenos de cultivo contra *Phytophthora sp.* teniendo como resultados una Invasión total de la superficie de la colonia del hongo patógeno y esporulación sobre ella.

SUELOS AGRICOLAS	PROMEDIO ° ANTAGONICO
T22	4
T23	4
T49	4
T50	4
T51	4
T52	4
T53	4
T56	4
T58	4
T60	4
T62	4
T78	4
T79	4
T80	4
T81	4
T86	4
T87	4

Tabla 15 Promedios de los Grados Antagónicos de *Trichoderma sp.* aislados en terrenos de cultivo.

En la tabla 16 se evaluó la capacidad antagónica de los aislamientos de *Trichoderma sp.*, recuperados de zonas de bosque contra *Phytophthora sp.* teniendo como resultados una Invasión total de la superficie de la colonia del hongo patógeno y esporulación sobre ella.

ZONAS de BOSQUES	PROMEDIO ° ANTAGONICO
T29	4
T34	4
T45	4
T46	4
T48	4

Tabla 16 Promedios de los Grados Antagónicos de *Trichoderma sp.* aislados en zonas de bosque.

En los promedios de grado antagónico los valores obtenidos fueron en grado 4 a comparación con el trabajo realizado por Cesar G., Pablo G., (2003), reportan valores de grado 3 ya que ellos evaluaron a los 10 días finales de los enfrentamientos y en este trabajo se realizó la valoración varios días después de terminada la prueba.

5.10 Mecanismos de Acción

En las observaciones hechas a nivel placa se observó un desarrollo inusual del patógeno ya que solo crecía una tercera parte de la placa y al contacto con *Trichoderma sp.*, este detenía su crecimiento, ya que *Phytophthora sp.* dejaba de crecer y *Trichoderma sp.* formaba una capa sobre el límite de crecimiento del patógeno y a su vez crecía sobre la capa formada del crecimiento de *Phytophthora sp.*

Los aislamientos de *Trichoderma sp.* utilizados presentaron un modo de acción favorable por competencia de nutrientes y espacio, ya que crecen rápidamente, superando el crecimiento de *Phytophthora sp.* impidiendo el desarrollo normal e inhibiendo en un 28.0% el desarrollo de este.

Todos los aislamientos de *Trichoderma sp.* inhibieron el crecimiento micelial del patógeno *Fusarium sp.* en cultivo dual presentando valores del 31.8% hasta 2.9% en el caso de *Fusarium sp.* contra las cepas *Trichoderma sp.* aislados de suelos agrícolas y presentando valores del 12.6% hasta 2.9% en el caso de *Fusarium sp.* contra las cepas de *Trichoderma sp.* aislados de suelos de bosque como se muestra en la tabla 17; a su vez se muestran los mejores porcentajes de colonización teniendo como mejores valores de 29.8% hasta 11.9% en los enfrentamientos hechos entre *Trichoderma sp.* recuperados de los terrenos de cultivo contra *Fusarium sp.* y en el caso de los *Trichoderma sp.* aislados de las muestras de suelo de bosque contra *Fusarium sp.* se obtuvieron unos porcentajes de 29.15 hasta de 19.5%; en el caso de la capacidad antagónica se registró un grado 2 hasta un grado 4 en el cultivo dual de *Trichoderma sp.* aislados de terrenos agrícolas contra *Fusarium sp.* y en los cultivos duales de *Trichoerma sp.* aislados de los suelos de bosque contra *Fusarium sp.* se obtuvieron valores de grado 3 hasta grado 4 produciendo esporulación sobre el patógeno.

Valores obtenidos de los enfrentamientos entre <i>Trichoderma sp.</i> contra <i>Fusarium sp.</i>						
Aislamientos de <i>Trichoderma sp.</i> obtenidos de diferentes muestras de suelo.	% de Inhibición		% de Colonización		Capacidad Antagónica	
	Altos %	Bajos %	Altos %	Bajos %	Altos %	Bajos %
Terrenos de cultivo	31.8	2.9	29.8	11.9	4	2
Zonas de bosque	12.6	2.9	29.1	19.5	4	3

Tabla 17 Mejores valores obtenidos en los enfrentamientos de *Trichoderma sp.* contra *Fusarium sp.*

En el caso de todos los aislamientos de *Trichoderma sp.* inhibieron el crecimiento micelial del patógeno *Phytophthora sp.* en cultivo dual presentando valores del 4.9% hasta 28% en el caso de *Phytophthora sp.* contra las cepas *Trichoderma sp.* aislados de suelos agrícolas y presentando valores del 5.1% hasta 11.4% en el caso de *Phytophthora sp.* contra las cepas de *Trichoderma sp.* aislados de suelos de bosque como se muestra en la tabla 18; a su vez se muestran los mejores porcentajes de colonización teniendo como mejores valores de un 6.9% hasta 47.4% en los enfrentamientos hechos entre *Trichoderma sp.* recuperados de los terrenos de cultivo contra *Phytophthora sp.* y en el caso de los *Trichoderma sp.* aislados de las muestras de suelo de bosque contra *Phytophthora sp.* se obtuvieron unos porcentajes de 14.7% hasta un 25.7%; en el caso de la capacidad antagónica, se registró un grado 4 para los cultivos duales hechos para las cepas de *Trichoderma sp.* recuperados tanto de terrenos de suelo como de las zonas de bosque dándonos como una respuesta de no solo invadir al patógeno sino también de especular sobre el patógeno.

Valores obtenidos de los enfrentamientos entre <i>Trichoderma sp.</i> contra <i>Phytophthora sp.</i>						
aislamientos de <i>Trichoderma sp.</i> obtenidos de diferentes muestras de suelo.	% de Inhibición		% de Colonización		Capacidad Antagónica	
	Altos %	Bajos %	Altos %	Bajos %	Altos %	Bajos %
Terrenos de cultivo	28.8	4.9	47.4	6.9	4	/
Zonas de bosque	11.4	5.1	25.7	14.7	4	/

Tabla 18 valores obtenidos de los enfrentamientos duales de *Trichoderma sp.* contra *Phytophthora sp.*

Nuestros resultados fueron favorables y aceptables, ya que las medidas se tomaron a los 7 días del enfrentamiento como nos lo indica la metodología de Royse y Ries (1978) en la cual se basó este trabajo; pero en comparación al trabajo publicado por Reinel F., Carol S. (2009) y Cesar G., Pablo G. (2003), tomaron las medidas a los 10 días de los enfrentamientos tanto para los enfrentamientos entre *Trichoderma sp.* y en contra los 2 fitopatógenos *Fusarium sp.* y *Phytophthora sp.* reportando valores muy altos en porcentajes tanto de inhibición, invasión y en grados antagónicos, lo que podemos denotar que nosotros también podríamos tener cifras grandes si dejamos incubarse más tiempo los enfrentamientos.

6.- CONCLUSIÓN

De acuerdo con los datos experimentales se tiene que *Trichoderma sp.* T48, T46, T80 y T29 obtenidos tanto de terrenos agrícolas como de zonas de bosque presentan unos muy buenos porcentajes de inhibición, invasión y grado antagónico contra *Fusarium sp.*

En los aislamientos de *Trichoderma sp.* recuperados tanto de terrenos agrícolas como de zonas de bosque hay 4 especies que presentan un bajo porcentaje de inhibición, invasión y capacidad antagónica como lo son T49, T34, T62 y T45 contra *Fusarium sp.*

En los aislamientos T22, T48, T52 y T46 contra *Phytophthora sp.*, presentaron un muy buen porcentaje de inhibición, invasión y de capacidad antagónica.

En el caso de T80, T34, T22 y T45 presentaron un buen porcentaje de inhibición, invasión y capacidad antagónica contra el patógeno *Phytophthora sp.*

En este trabajo podemos deducir que *Trichoderma sp.* es un muy buen agente de control biológico contra ciertos patógenos, tal es el caso contra *Fusarium sp.* y *Phytophthora sp.* inhibiendo su crecimiento, su colonización y sus grados antagónicos que se presentan a nivel placa.

Dado estos resultados positivos que *Trichoderma* es un muy buen agente de control biológico podemos deducir que este Oomyceto se puede usar para fines benéficos a nivel agrícola.

7.- LITERATURA CITADA

Sandoval Ileana, López M. Antagonismo de *Trichoderma harzianum* A-34 hacia *Macrophomina phaseoli* y otros patógenos fúngicos del frijol. *Fitosanidad*. 2002;4(3-4):69-72.

Ruiz L, Leguizaman LC. Efecto del contenido de materia orgánica del suelo sobre el control de *Rosellinia borodes* con *Trichoderma* spp. *Cenicafé*. 1996;47(4):179-186.

Harman G. *Trichoderma harzianum*, *T. viridis*, *T. koningii*, *T. hamatum* (Deuteromycetes: Moniliales). 2003. (Consultado: 2 feb 2007). Disponible en: <http://www.ibun.unal.edu.co/r2r7e.html>.

Fernández LO. Microorganismos antagonistas para el control fitosanitario. *Manejo Integrado de Plagas*. 2001;62:96-100.

Cervantes A. Microorganismos del suelo beneficiosos para los cultivos. 2007. (Consultado: 16 feb 2007). Disponible en: http://infoagro.comhortalizasmicroorganismos_beneficiosos_cultivos.htm.

Harman GE. Mythos and dogmas of biocontrol. Changes in perceptions derive from research on *Trichoderma harzianum* T22. *Plant Dis*. 2004;84:377-393. *Rev. Protección Veg.* Vol. 24 No. 1 (2009)20

Rodríguez. I. Efecto antagónico de ocho aislamientos de *Trichoderma* contra *Fusarium moniliforme* (Booth) y *Fusarium subglutinans* (Booth). Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo Universidad Agraria de La Habana, 1990.

Villegas MA. *Trichoderma* Pers. Característica generales y su potencial biológico en la agricultura sostenible. 2005. Orius Biotecnología. Colombia. (Consultado: 28 oct 2008). Disponible en: <http://www.oriusbiotecnologia.com/site/index.php?id=20,66,0,0,1,0>.

Rifai M A. A revision of the genus *Trichoderma*. *Res Mycol*. 1969; 116:1-56.

Stefanova M, Leiva A, Larriganaga L, Coronado MF. Actividad metabólica de cepas de *Trichoderma* spp. para el control de hongos fitopatógenos del suelo. *Revista Facultad de Agronomía*. 1999;16:509-516.

Díaz J. Algunos aspectos biológicos de *Trichoderma* y su posible uso como

biocontrol. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Agraria de La Habana.1994.

Lorenzo N. Prospección de hongos antagonistas en la provincia de Cienfuegos. Efectividad y posibilidades de reproducción de las cepas nativas de *Trichoderma* spp. Tesis en opción al título de Master en Protección Vegetal Universidad Agraria de La Habana. 2001.

Haram S, Schickler H, Oppenheim A, Chet I. Differential expression of *Trichoderma harzianum* chitinases during mycoparasitism. *Phytopathol.* 1996;86:980-985.

Zimand G, Elad Y, Chet I. Effect of *Trichoderma harzianum* on *Botrytis cinerea* pathogenicity. *Phytopathol.* 1996;86:125-126.

Ahmad JS, Baker R. Rhizosphere Competence of *Trichoderma harzianum*. *Phytopathol.* 1987;77:182-189

Hjeljord L, Tronsmo A. *Trichoderma* and *Gliocladium* in biological control: an overview. In: *Trichoderma & Gliocladium: Enzymes, biological control and commercial applications.* Harman GE, Kubice CP. (Eds). Volumen 2. p.131-151. Taylor & Francis. 1998.

Samuels GJ. *Trichoderma*: a review of biology and systematic of the genus. *Mycol Res.* 1996;100(8):923- 935.

Pérez N. Manejo Ecológico de plagas. CEDAR: La Habana. Cuba. 2004. 296 pp.

Eveleigh DE, Demain AL, Solomon N. *Trichoderma*. Biology of industrial microorganisms. 1986. Biotech Ser. (Ed). Cap.16: 489-500.

Martínez B, Fernández L, Solano T. Antagonismo de cepas de *Trichoderma* frente a hongos fitopatógenos de la caña de azúcar, tomate y tabaco. *Cultivos Tropicales.* 1994;15(3):54.

Durman S, Menéndez A, Godeas A. Evaluación de *Trichoderma* spp. como antagonista de *Rhizoctonia solani* "in vitro" y como biocontrolador del damping off de plantas de tomate en invernadero. *Revista Argentina de Microbiología.* 2003;31(1):13-18.

Lorito M, Harman G, Prieto A Di, Hayes C. Extracellular chitinolytic enzymes produced by *T. harzianum*, purification, characterization and molecular

cloning. *Phytopathol.* 1990;82(10):10-77.

Melgarejo P, Sagasta E. Influence of *Penicillium frequentans* and two of its antibiotics on production of stromata by *Monilinia laxa* in culture. *Can. J. Bot.* 1989;67:83-87.

Ulloa CJ. Enzimas micolíticas produzidas pelo agente de biocontrole *Trichoderma harzianum*. En: Actas del V de Simposio de controle biológico. Anais: Conferencias y Palestras. Foz de Iguazu- Parana-Brasil. 1996;234-238.

Carsolio Carolina, Benhamou N, Haran S, Cortés C, Gutierrez Ana, Chet I, Herrera-Estrella A. Role of the *Trichoderma harzianum* endochitinase gene, *ech42*, in mycoparasitism. *Appl Environ Microbiol.* 1999;65:929-935.

Chet I, Benhamou SH. Mycoparasitism and lectin enzymes. In: *Trichoderma & Gliocladium: Enzymes, biological control and commercial Rev. Protección Veg.* Vol. 24 No. 1 (2009) 21 applications. Harman GE, Kubice CP. (Eds.). Volumen 2. p.153-152. Taylor & Francis Ltd., London, UK. 1998.

Chet I, Inbar J. Biological control of fungal pathogens. *Applied Biochemistry and Biotechnology.* 1994;48:37-43.

Haran S, Schickler HL, Chet I. Molecular mechanisms of lectin enzymes involved in the biocontrol activity of *Trichoderma harzianum*. *Microbiology.* 1996;142:2321-2331.

Elad Y, Chet I, Boyle P, Hennies Y. Parasitism of *Trichoderma* sp. on *Rhizoctonia solani* and *Sclerotium rolfsii* scanning electron microscopy and fluorescence microscopy. *Phytopathol.* 1983;73:78.

Bernal A, Andreu C, Moya M. Utilización de *Trichoderma* spp. como alternativa ecológica para el control de *Fusarium oxysporum* sp. cubense (EF Smith) Snyder & Hans. Cuba. 2004 (Consultado: 22 abr 2007). Disponible en: <http://www.virtualcentr.org/es/en11BTJ%20Tallr/bernalalexander.htm>.

Correa FJ. Principales enfermedades del arroz. MIP en arroz. Manejo integrado de plagas. Artrópodos, enfermedades y malezas. 1997. Fundación Polar Venezuela, FEDEARROZ Colombia, FLAR, CIAT, Caracas, Venezuela. 123-141 pp.

Harman EG. *Trichoderma* spp., including *T. harzianum*, *T. viride*, *T. koningii*,

T. hamatum and other spp. Deuteromycetes, moniliales (asexual classification system) 2001. (Consultado: 12 feb 2007). Disponible en: <http://www.birdhybrids.com/t-22.htm>.

Rivero Deyanira. Identificación y control in vitro con quitosana y Trichoderma spp. de hongos que causan el manchado del grano en arroz (*Oryza sativa* L.). Rev Protección Veg. 2008;23(1): 67.

Vero SM, Mondino P. Control biológico postcosecha en Uruguay. Horticultura Internacional. 1999;7:1-10.

Campbell R. Biological control of microbial plant pathogens. Cambridge University Press. Cambridge. 1989; 218p.

Dennis L, Webster J. Antagonistic properties of species groups of Trichoderma. III Hyphal interaction. Trans Br Mycol Soc. 1971;57:363-369.

Martínez J T. Uso de Trichoderma para el Control Biológico de Organismos Patógenos de Plantas. En Memorias del Simposium sobre Agricultura Orgánica y de baja residualidad. Cuautémoc, Chih. México; 2 de julio 1998, 25-27p.

Martínez B, Reyes Yusimy, Infante Danay, González E, Baños Heyker, Cruz A. Selección de aislamientos de Trichoderma spp. candidatos abiofungicidas para el control de Rhizoctonia sp. en arroz. Rev Protección Veg. 2008;23(2):118-125.

Reinel F, Carol S. ANTAGONISMO IN VITRO DE Trichoderma harzianum Rifai SOBRE Fusarium oxysporum Schlecht f. sp passiflorae EN MARACUYÁ (*Passiflora edulis* Sims var. Flavicarpa) DEL MUNICIPIO ZONA BANANERA COLOMBIANA. Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín, Volumen 62, Número 1, p. 4743-4748, 2009. ISSN electrónico 2248-7026. ISSN impreso 0304-2847.