

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISION DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA**



**Efecto antagónico *in vitro* de aislamientos de *Trichoderma* spp. sobre
*Fusarium oxysporum***

POR:

MARIA MAGDALENA RAMOS HERNANDEZ

T E S I S

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Junio de 2008**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISION DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA**

**Efecto antagónico *in vitro* de aislamientos de *Trichoderma* spp. sobre
*Fusarium oxysporum***

PRESENTADA POR:

MARIA MAGDALENA RAMOS HERNANDEZ

Que Somete a Consideración del H. Jurado Examinador, Como Requisito Parcial Para
Obtener el Título de:

INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO

**Aprobada
Presidente del Jurado**

Dr. Francisco Daniel Hernández Castillo

Vocal

Vocal

Dr. Gabriel Gallegos Morales

M.C. Faustino Lara Victoriano

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

Dr. Mario Ernesto Vásquez Badillo

**Buenvista, Saltillo, Coahuila México.
Junio de 2008**

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por la inteligencia y sabiduría que me dio al nacer.

A mi querida familia que siempre me ha apoyado y estimulado, en especial a Rosy, gracias por su ayuda.

A Misael por su ayuda y apoyo incondicional.

A mis asesores: Dr. Francisco Daniel Hernández Castillo, Dr. Gabriel Gallegos Morales y M.C. Faustino Lara Victoriano.

Al Centro Internacional de Servicios Fitosanitarios por su apoyo en la elaboración de este Proyecto, especialmente a la C.L.Q. Cristina Sanchez.

A todos aquellos que participaron directa e indirectamente en la elaboración de esta tesis,

¡Gracias a ustedes!

DEDICATORIA

A Dios. Por haberme permitido llegar hasta este punto y lograr mis objetivos.

A mis padres. Por el regalo más grande que me han dado, la vida.

A mis familiares. Por compartir conmigo los momentos más felices de sus vida.

A Misael. Por el apoyo incondicional en cada uno de los momentos más difíciles de mi vida.

A mis amigos. Que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y que hasta ahora seguimos siendo amigos.

A La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por permitirme ser parte de una generación de triunfadores y gente productiva para el país.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE CUADROS DEL APENDICE.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
INTRODUCCIÓN	1
REVISIÓN DE LITERATURA	3
Control Biológico de Hongos Fitopatógenos.....	3
Uso de <i>Trichoderma</i> en el Control Biológico de Hongos Fitopatógenos de Suelo.....	3
<i>Trichoderma</i> spp.	4
Morfología	4
Taxonomía	5
Hábitat.....	5
Mecanismos de Acción Antifúngica.....	5
Competencia por Nutrientos	6
Antibiosis	6
Micoparasitismo.....	6
Estimulación de Defensas de la Planta	7
Producción de Compuestos Volátiles.	7
Uso de <i>Trichoderma</i> spp.....	7
<i>Fusarium oxysporum</i>	8
Morfología	8
Síntomas.....	9
MATERIALES Y MÉTODOS	10
Actividad Antagónica en Cultivos Duales.....	10
Obtención de las Cepas de <i>Trichoderma</i> spp. y <i>Fusarium oxysporum</i>	10
Establecimiento del Bioensayo por la Prueba de Cherif y Benhamoun (1990).....	11
Diseño Experimental.....	12
Evaluación de la Actividad Fungistática de los Componentes Volátiles de <i>Trichoderma</i> spp. Sobre el Crecimiento de <i>Fusarium oxysporum</i>	12
Selección de las Cepas de <i>Trichoderma</i> spp. y <i>F. oxysporum</i>	12
Establecimiento del Bioensayo	13
Diseño Experimental.....	13

Evaluación de la Actividad Fungistática de Extractos de <i>Trichoderma</i> spp. Sobre el Crecimiento de <i>Fusarium oxysporum</i>	14
Obtención de las Cepas de <i>Trichoderma</i> spp. y <i>F. oxysporum</i>	14
Preparación de Extractos de <i>Trichoderma</i> spp.	14
Establecimiento del Bioensayo	14
Diseño Experimental.....	15
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
Aislamiento e identificación de <i>Trichoderma</i> spp. y <i>Fusarium oxysporum</i>	16
Actividad Antagónica en Cultivos Duales.....	16
Actividad Fungistática de los Componentes Volátiles Producidos por <i>Trichoderma</i> spp. Sobre el Crecimiento de <i>Fusarium oxysporum</i>	26
Actividad Fungistática de los Extractos de <i>Trichoderma</i> spp. Sobre el Crecimiento de <i>Fusarium oxysporum</i>	28
CONCLUSION.....	31
LITERATURA CITADA	32
APÉNDICE.....	37

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clases de antagonismo de <i>Trichoderma</i> sobre hongos fitopatógenos de acuerdo a Bell et al., 1982.....	11
Cuadro 2. Cepas de <i>Trichoderma</i> spp. utilizadas en el bioensayo de compuestos volátiles	12
Cuadro 3. Cepas de <i>Trichoderma</i> spp. utilizadas para la preparación de extractos.	14
Cuadro 4. Efecto de 31 cepas de <i>Trichoderma</i> spp. sobre el desarrollo de <i>Fusarium oxysporum</i> en cultivos duales a los 12 días de incubación.....	22
Cuadro 5. Clase de antagonismo de las 31 cepas <i>Trichoderma</i> spp. sobre <i>F. oxysporum</i> de acuerdo Bell et al., 1982.....	24
Cuadro 6. Días al contacto entre el antagonista <i>Trichoderma</i> spp. y el fitopatógeno <i>Fusarium oxysporum</i> en papa-dextrosa-agar.	25
Cuadro 7. Porcentaje de inhibición ejercido por el antagonista <i>Trichoderma</i> spp. <i>Fusarium oxysporum</i> en cajas con PDA a los 12 días de incubación.....	26
Cuadro 8. Inhibición del crecimiento micelial de <i>F. oxysporum</i> con extractos de <i>Trichoderma</i> spp. a una concertación de 1000 μ , a 12 días de incubación.	28
Cuadro 9. Inhibición del crecimiento micelial de <i>F. oxysporum</i> con extractos de <i>Trichoderma</i> spp. a una concertación de 500 μ , a 12 días de incubación.	29
Cuadro 10. Inhibición del crecimiento micelial de <i>F. oxysporum</i> con extractos de <i>Trichoderma</i> spp. a una concertación de 1000 μ , a 12 días de incubación.	29

ÍNDICE DE CUADROS DEL APENDICE

Cuadro 1A. Sobrecrecimiento de las cepas de <i>Trichoderma</i> spp. Sobre las cepas Fo1, Fo2, Fo3, Fo4 de <i>Fusarium oxysporum</i>	38
Cuadro 2A. Análisis de varianza para el sobrecrecimiento de las cepas de <i>Trichoderma</i> spp. Sobre las cepas Fo1 de <i>Fusarium oxysporum</i>	40
Cuadro 3A. Análisis de varianza para el sobrecrecimiento de las cepas de <i>Trichoderma</i> spp. sobre las cepas Fo2 de <i>Fusarium oxysporum</i>	40
Cuadro 4A. Análisis de varianza para el sobrecrecimiento de las cepas de <i>Trichoderma</i> spp. sobre las cepas Fo3 de <i>Fusarium oxysporum</i>	41
Cuadro 5A. Análisis de varianza para el sobrecrecimiento de las cepas de <i>Trichoderma</i> spp. sobre las cepas Fo4 de <i>Fusarium oxysporum</i>	41
Cuadro 6A. Días al contacto de <i>Trichoderma</i> spp. y <i>Furarium oxysporum</i>	41
Cuadro 7A. Análisis de varianza para los días al contacto de <i>Trichoderma</i> spp. y <i>Furarium oxysporum</i> cepa Fo1.	43
Cuadro 8A. Análisis de varianza para los días al contacto de <i>Trichoderma</i> spp. y <i>Furarium oxysporum</i> cepa Fo2.	44
Cuadro 9A. Análisis de varianza para los días al contacto de <i>Trichoderma</i> spp. y <i>Furarium oxysporum</i> cepa Fo3.	44
Cuadro 10A. Análisis de varianza para los días al primer contacto de <i>Trichoderma</i> spp. y <i>Furarium oxysporum</i> cepas Fo4.	44
Cuadro 11A. Datos de la evaluación de la actividad fungistática de los componentes volátiles <i>Trichoderma</i> sobre el crecimiento de <i>Fusarium oxysporum</i>	44
Cuadro 12A. Análisis de varianza para la evaluación de la actividad fungistática de los componentes volátiles de <i>Trichoderma</i> spp. sobre el crecimiento de <i>Fusarium oxysporum</i> cepa Fo1.	45
Cuadro 13A. Análisis de varianza para la evaluación de la actividad fungistática de los componentes volátiles de <i>Trichoderma</i> spp. sobre el crecimiento de <i>Fusarium oxysporum</i> cepas F02.	45
Cuadro 14A. Análisis de varianza para la evaluación de la actividad fungistática de los componentes volátiles de <i>Trichoderma</i> spp. sobre el crecimiento de <i>Fusarium oxysporum</i> cepa Fo3.	46

Cuadro 15A. Análisis de varianza para la evaluación de la actividad fungistática de los componentes volátiles <i>Trichoderma</i> spp. sobre el crecimiento de <i>Fusarium oxysporum</i> cepa Fo4.	46
Cuadro 16A. Inhibición ejercida por el antagonista a las cepas de <i>Fusarium oxysporum</i> en PDA con extractos de <i>Trichoderma</i> spp. a una concertación de 200 μ a los 12 días de incubación.	46
Cuadro 17A. Análisis de varianza para porcentaje de inhibición ejercida por el antagonista a la cepa Fo1 de <i>Fusarium oxysporum</i> en PDA con extractos de <i>Trichoderma</i> spp. a una concertación de 200 μ a los 12 días de incubación.	47
Cuadro 18A. Análisis de varianza para porcentaje de inhibición ejercida por el antagonista a la cepa Fo2 de <i>Fusarium oxysporum</i> en PDA con extractos de <i>Trichoderma</i> spp. a una concertación de 200 μ a los 12 días de incubación.	47
Cuadro 19A. Análisis de varianza para porcentaje de inhibición ejercida por el antagonista a la cepa Fo3 de <i>Fusarium oxysporum</i> en PDA con extractos de <i>Trichoderma</i> spp. a una concertación de 200 μ a los 12 días de incubación.	47
Cuadro 20A. Análisis de varianza para porcentaje de inhibición ejercida por el antagonista a la cepa Fo4 de <i>Fusarium oxysporum</i> en PDA con extractos de <i>Trichoderma</i> spp. a una concertación de 200 μ a los 12 días de incubación.	47
Cuadro 21. Inhibición ejercida por el antagonista a las cepas de <i>Fusarium oxysporum</i> en PDA con extractos de <i>Trichoderma</i> spp. a una concertación de 500 μ a los 12 días de incubación.	48
Cuadro 22A. Análisis de varianza para porcentaje de inhibición ejercida por el antagonista a la cepa Fo1 de <i>Fusarium oxysporum</i> en PDA con extractos de <i>Trichoderma</i> spp. a una concertación de 500 μ a los 12 días de incubación.	48
Cuadro 23A. Análisis de varianza para porcentaje de inhibición ejercida por el antagonista a la cepa Fo2 de <i>Fusarium oxysporum</i> en PDA con extractos de <i>Trichoderma</i> spp. a una concertación de 500 μ a los 12 días de incubación.	48

- Cuadro 24A.** Análisis de varianza para porcentaje de inhibición ejercida por el antagonista a la cepa Fo3 de *Fusarium oxysporum* en PDA con extractos de *Trichoderma* spp. a una concertación de 200 μ a los 12 días de incubación.49
- Cuadro 25A.** Análisis de varianza para porcentaje de inhibición ejercida por el antagonista a la cepa Fo4 de *Fusarium oxysporum* en PDA con extractos de *Trichoderma* spp. a una concertación de 500 μ a los 12 días de incubación.49
- Cuadro 26A.** Inhibición ejercida por el antagonista a las cepas de *Fusarium oxysporum* en PDA con extractos de *Trichoderma* spp. a una concertación de 1000 μ a los 12 días de incubación.....49
- Cuadro 27A.** Análisis de varianza para porcentaje de inhibición ejercida por el antagonista a la cepa Fo1 de *Fusarium oxysporum* en PDA con extractos de *Trichoderma* spp. a una concertación de 1000 μ a los 12 días de incubación.50
- Cuadro 28A.** Análisis de varianza para porcentaje de inhibición ejercida por el antagonista a la cepa Fo2 de *Fusarium oxysporum* en PDA con extractos de *Trichoderma* spp. a una concertación de 1000 μ a los 12 días de incubación.50
- Cuadro 29A.** Análisis de varianza para porcentaje de inhibición ejercida por el antagonista a la cepa Fo3 de *Fusarium oxysporum* en PDA con extractos de *Trichoderma* spp. a una concertación de 1000 μ a los 12 días de incubación.50
- Cuadro 30A.** Análisis de varianza para porcentaje de inhibición ejercida por el antagonista a la cepa Fo4 de *Fusarium oxysporum* en PDA con extractos de *Trichoderma* spp. a una concertación de 1000 μ a los 12 días de incubación.50
- Cuadro 31A.** Dinámica de crecimiento de *Trichoderma* spp. y *Fusarium oxysporum* cepa Fo1, Fo2, Fo3, Fo4 a los 12 días después de la siembra en papa-dextrosa-agar.51

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Comparación de la dinámica de crecimiento de la cepa Tcsp16 con las cuatro cepas de *Fusarium oxysporum*.17
- Figura 2.** Dinámica de Crecimiento de *Trichoderma spp.* Cepa T10 y *Fusarium oxysporum* cepa Fo1 al segundo (A), cuarto (B) y doceavo (C) día después de la siembra.18
- Figura 3.** Dinámica poblacional de *Trichoderma spp.* (T), *Fusarium oxysporum* (F) cepa Fo1 y halo de inhibición (I), a 12 días después de la siembra en PDA.19
- Figura 4.** Dinámica poblacional de *Trichoderma spp.* (T), *Fusarium oxysporum* (F) cepa Fo2 y halo de inhibición (I), a 12 días después de la siembra en PDA.20
- Figura 5.** Dinámica poblacional de *Trichoderma spp.* (T), *Fusarium oxysporum* (F) cepa Fo3y halo de inhibición (I), a 12 días después de la siembra en PDA.20
- Figura 6.** Dinámica poblacional de *Trichoderma spp.* (T), *Fusarium oxysporum* (Fo2) cepa Fo4 y halo de inhibición (I), a 12 días después de la siembra en PDA.21
- Figura 7.** Sobrecrecimiento de la cepa T08 sobre la cepa Fo1(A), Tcsp22 sobre la cepa Fo2 (B), T01 sobre la cepa Fo3 (C), T19 sobre la cepa Fo4 (D) a los 12 días después de la siembra.23
- Figura 8.** Actividad fungistática de los componentes volátiles producidos por las cepas T03 (A), T16 (B), T04 (C) y T18 (D) de *Trichoderma spp.* sobre *Fusarium oxysporum* (Fo2) a los 12 días después de la siembra.27
- Figura 9.** Inhibición del crecimiento micelial de *Fusarium oxysporum* (Fo2) por extractos de *Trichoderma spp.* cepa T02 sobre medio de cultivo PDA a las concentraciones 200 μ (A), 500 μ (B) y 1000 μ (C).30
- Figura 10.** Inhibición del crecimiento micelial de *Fusarium oxysporum* (Fo2) por extractos de *Trichoderma spp.* cepa T03 a una concentración de 200 μ (a), 500 μ (b) y 1000 μ (c).30

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas que enfrenta la agricultura en México está relacionado con el daño ocasionado por las enfermedades a los cultivos provocadas por diversos organismos.

Estimaciones de la FAO en el 2005 reporta que la agricultura mundial pierde cada año el 12% de la producción por enfermedades causadas por hongos fitopatógenos, más que por cualquier otro agente. A pesar de la masiva utilización de fungicidas se tienen pérdidas cuyo mercado global supera anualmente los 20,000 millones de dólares (Pietro, 2005).

Actualmente, las medidas utilizadas para el control de las enfermedades del suelo son el uso de productos químicos, sin embargo, el control por medio de esta práctica se ve restringido por razones económicas y ecológicas (Herrera, 2005).

Según la Organización para la Cooperación y Desarrollo, (2003) los agricultores mexicanos utilizaron 3.5 millones de toneladas de plaguicidas, los cuales por su toxicidad y su forma de uso, presentan riesgos importantes en la salud humana y en el ambiente tanto a corto como a largo plazo (Albert, 2005). A si mismo cada vez más se cuestiona, el uso de productos químicos para el control de plagas y enfermedades de los cultivos, debido al efecto negativo que estos representan sobre los seres humanos y el medio ambiente.

Como consecuencia a esta problemática se ha estado implementando la agricultura orgánica, que se caracteriza por excluir el uso de productos de síntesis química, organismos modificados genéticamente, aguas negras y radiaciones en los alimentos. Su importancia en México radica en que se encuentra vinculada con la producción sustentable de alimentos, la recuperación y conservación ecológica de los recursos naturales, el mejoramiento de la calidad de vida de sus productores. (Gómez *et al.*, 2004).

La producción de hortalizas orgánicas, basa el manejo de las enfermedades en el control biológico y en el enriquecimiento del subsistema suelo (Bello, 1985).

Una forma de control biológico de patógenos vegetales es el uso de una amplia gama de hongos y bacterias que presentan efecto antagónico con otros organismos. Esta acción puede ser aprovechada para obtener rendimientos satisfactorios en el control de enfermedades sin perjudicar el entorno.

La utilización de microorganismos antagónicos competitivos para la protección de los cultivos de los patógenos fúngicos del suelo, ha merecido la máxima atención; sobresaliendo como agente de biocontrol las especies del género *Trichoderma*. Desde el año de 1930, se conocen las capacidades micoparasíticas de *Trichoderma* spp. y estas se han investigando para controlar enfermedades fungosas (Cook y Baker, 1989).

Este microorganismo es uno de los biocontroladores más exitoso para el control de enfermedades de suelo, ya que actúa por medio de una combinación de competencia por nutrientes, producción de metabolitos antifúngicos; enzimas hidrolíticas, y micoparasitismo, además produce sustancias promotoras de crecimiento de las plantas. (Weindling, 1932).

Trabajos realizados con especies del género *Trichoderma* nos muestran la capacidad antagónica que presenta frente a especies fúngicas de los géneros *Phytophthora*, *Fusarium*, *Sclerotium*, *Rhizoctonia* y *Pythium*, entre otros fitopatógenos que causan enfermedades de importancia económica (Stefanova, 1995).

Dado lo anterior se plantearon como objetivos de este trabajo:

- a) Evaluar la capacidad antagónica *in vitro* de 31 cepas de *Trichoderma* spp. contra el hongo fitopatógeno *Fusarium oxysporum*.
- b) Identificar el ó los aislamientos de *Trichoderma* spp. más promisorios para el control de *F. oxysporum*.
- c) Conocer el mecanismo de acción de *Trichoderma* spp. frente a *F. oxysporum*.

REVISIÓN DE LITERATURA

Control Biológico de Hongos Fitopatógenos

El control biológico puede definirse como la reducción de la densidad del inóculo o de las actividades de un patógeno que causa una enfermedad, por uno o más organismos, en forma natural o a través de la manipulación del medio ambiente, hospedero o antagonista, o por la introducción de una población de uno o más antagonistas (Baker y Cook, 1974).

Actualmente encontramos en el mercado productos para el control de hongos de raíz y cuello de plantas utilizando aislados de bacterias de los géneros *Bacillus*, *Pseudomonas* y *Streptomyces* (Backman *et. al.*, 1997; Boyetchko *et al.*, 1998).

Se han realizado trabajos con *Trichoderma* y *Gliocladium* debido a su fácil aislamiento, cultivo y fermentación a gran escala para el control de hongo fitopatógenos. Un ejemplo es el caso de los trabajos realizados para el control de *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* y *Fusarium solani* en tomates en el cual se realizaron estudios de laboratorio e invernadero, que prueban el efecto antagonista de diversas especies de hongos entre ellas *Trichoderma spp.* y bacterias del genero *Bacillus*. Entre las pruebas realizadas se encuentran: Antagonismo directo, Metabolitos volátiles y Metabolitos difusibles. Los resultados de estas pruebas demostraron control de las enfermedades (Herrera, 2005).

Otros trabajos prueban que *Trichoderma* y *Amphelomyces* regulan la multiplicación de hongos parásitos de las plantas (Volcy, 1996.)

Uso de *Trichoderma* en el Control Biológico de Hongos Fitopatógenos de Suelo.

El uso de *Trichoderma* resulta una herramienta importante, de bajo costo y de alta eficiencia para el control de patógenos de plantas (Duran, 2003). La velocidad de crecimiento de este organismo es alta, por esto es capaz establecerse en el suelo y controlar

enfermedades fúngicas que en el se encuentran, de entre los cuales se pueden citar a los géneros *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Sclerotium*, *Pythium* y *Fusarium* entre otros. (Páez 2006; Mohammed 2004).

Pruebas de antagonismo realizadas con los hongos *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride* sobre *Phytophthora nicotianae* y *Rhizoctonia solani* muestran que estas especies producen metabolitos no volátiles, los cuales reducen el crecimiento de *P. nicotianae* y *R. solani* realizando así una actividad antifúngica sobre estos hongos (Stefanova, 1999).

En trabajos para el control de *Phytophthora capsici* en pimiento se realizaron prueba de antagonismo ejercido por *Trichoderma harzianum* en medio de PDA enriquecido con Laminarina-glucosa; los resultados muestran un 65% de reducción en el crecimiento micelial de este patógeno (Ezziyyani, 2004).

Existen varias formulaciones comerciales desarrolladas a partir de hongos del genero *Trichoderma* los cuales han sido muy estudiados como antagonistas de patógenos de suelos como *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii* y *Sclerotium cepivorum* (Orietta, 2001), *Pytium*, *Phytophthora* y *Fusarium* (Stefanova *et al.*,1999).

***Trichoderma* spp.**

Trichoderma spp. se encuentra en suelos abundantes en materia orgánica y por su relación con ella esta clasificado en el grupo de hongos hipógeos, lignolícolas y depredadores. Es aeróbico y pueden estar en suelos con pH neutro hasta ácido (Villegas, 2005).

Morfología

Es un hongo que posee estructuras del tipo de conidias hialinas septadas y ramificadas a ambos lados sin ser paralelas, conidioforos, fialides y conidios aunque también pueden producir clamidosporas. Los conidioforos son hialinos al inicio de su desarrollo se observan ramificados pero cuando maduran comienzan a separarse por su

formación aérea son rectos y pueden llegar a presentar un aspecto piramidal, las fiálides son hialinas en forma de frasco e infladas por la base y unidas a los conidioforos en ángulo recto. Los conidios tienen de 2µm a 3µm de diámetro en promedio son redondos o de forma ovoide, lisos y se observan hialinos o de color verde brillante al microscopio. Las clamidosporas tienden a ser globosas a subglobosas, terminales a intercalares de tono verde y menores a 15µm de diámetro (Samuels,1996).

Taxonómia

Reino: *Fungy*

Phylum: *Ascomycota*

Orden: *Hypocreales*

Familia: *Hypocraceae*

Genero: A=*Hypocrea*; T=*Trichoderma* (Alexopoulos *et al.*, 1996)

Hábitat

Trichoderma pertenece a un género de hongos saprofitos, siendo habitantes comunes del suelo. La presencia de alta humedad y el riego mejora sus condiciones de vida pasando de un estado latente a uno activo; se desarrolla óptimamente hasta en un 60% de capacidad del suelo de retención de humedad; a porcentajes mayores de saturación se disminuye la colonización y sobrevivencia por la baja disponibilidad de oxígeno. El hongo es favorecido por condiciones de pH ácido donde su población se incrementa por una mayor formación de conidioforos, por la germinación de conidias y por menor competencia con microorganismos como actinomicetos y bacterias que se encuentran limitados por la acidez (Jensen y Wolfhechel, 1995).

Mecanismos de Acción Antifúngica

Las cepas de *Trichoderma* pueden ejercer el biocontrol de hongos fitopatógenos indirectamente, compitiendo por el espacio y los nutrientes, modificando las condiciones ambientales, estimulando el crecimiento de las plantas y sus mecanismos de defensa o produciendo antibióticos (Benitez, 2004).

También pueden realizar biocontrol directamente mediante micoparasitismo; son hiperparásitos competitivos que producen metabolitos antifúngicos y enzimas hidrolíticas, celulasas, glucanasas, lipasas, proteasas y quitinasas a las que se les atribuyen los cambios estructurales a nivel celular, tales como vacuolización, granulación, desintegración del citoplasma y lisis celular, facilitando la inserción de el micelio de *Trichoderma*, para que absorba los nutrientes del interior del hongo huésped al final el micelio del hongo parasitado queda vacío y con perforaciones (Benitez, 2004; Cervantes, 2005).

Se han estudiado cuatro modos de acción de esta especie de hongo: la competencia por nutrimentos, la antibiosis, el micoparasitismo y la estimulación de defensas de la planta (Dubos, 1992 citado por Duran, 2003).

Competencia por Nutrimentos

En la competencia por nutrimentos *Trichoderma* compite y coloniza más rápidamente los desechos vegetales y retarda la instalación de otros hongos, al colonizar desechos vegetales producen una infección primaria y gracias a los elementos nutritivos de esos desechos, logra contaminar los órganos sanos (Stefanova, 1995)

Antibiosis

La antibiosis es el fenómeno por medio del cual *Trichoderma* inhibe o destruye a un organismo a través de la producción metabólica de pequeñas moléculas tóxicas, volátiles y de enzimas líticas (Baker y Griffin, 1995)

Micoparasitismo

El micoparasitismo *Trichoderma* realiza un reconocimiento y se adhiere sobre la pared del patógeno En segundo término, promueve la hidrólisis de las hifas y esclerocios del patógeno por medio de las enzimas producidas como lo son xilasas, quitinasas, pectinasas, glucanasas y glucosidasas, entre otras. (Henis *et al.*, 1983).

Estimulación de Defensas de la Planta

La estimulación de defensas de la planta, *Trichoderma* induce a la planta a producir fitoalexinas por medio de sustancias secretadas por el microorganismo, a las cuales son sensibles algunos hongos patógenos. Las fitoalexinas son producidas en forma natural por la planta como respuesta a heridas o infección de fitopatógenos o bajo ciertas condiciones de estrés abiótico (Duran, 2003).

Producción de Compuestos Volátiles.

La producción de antibióticos volátiles tienen un efecto esencialmente fungistático debilitando al agente patógeno y haciéndolo más sensible a los antibióticos solubles. Algunos antibióticos producidos por *Trichoderma harzianum* son la trichodermina, la suzukacilina, la alameticina, la dermadina, la penicilina, los trichotecenos, las trichorzianinas, entre otros (Olivier y Germain, 1993 citado por Duran 2003).

Uso de *Trichoderma* spp.

Este hongo es fácil de aislar y reproducir, por lo que muchas empresas están apostando por su comercialización, al ser aplicado al suelo beneficia a la planta, y no la perjudica, ya que no puede penetrar en las raíces. Los productos comerciales con *Trichoderma* son un biopreparado que contiene microorganismos naturales del suelo en estado latente, que intervienen en el ciclo de biodegradación de materiales orgánicos y minerales, convirtiéndolos en nutrientes asimilables por las plantas. Algunos productos comerciales llevan más de una cepa de *Trichoderma*. Al tener varias cepas del hongo, se tiene también un abanico grande de acción del hongo frente a diversas enfermedades (Cervantes, 2005).

En Cuba, la elaboración de productos biológicos a partir de diferentes cepas de *Trichoderma* spp. se realiza mediante métodos artesanales y producción industrial, para lo cual se utiliza la fermentación sumergida y la fermentación en sólido. La producción industrial es una alternativa tecnológica muy eficiente desde el punto de vista productivo y económico para la obtención de fungicidas biológicos de alta calidad. Además estos productos tienen un mercado potencial, sobre todo en países donde la agricultura sostenible

esta tomando mayor importancia. Una gran ventaja de la aplicación de este hongo, es que al ser un tratamiento biológico, no deja ningún residuo. Productos formulados con *Trichoderma* se han comercializado en Brasil para uso en sustrato en producción de hortalizas y ornamentales (Orietta, 2001).

Fusarium oxysporum

El género *Fusarium* es un patógeno que afecta a un sin número de especies vegetales. Provoca una serie de alteraciones en las plantas atacadas e induce una gran diversidad de síntomas que afectan el crecimiento y desarrollo de la planta, lo que repercute en la producción, si se trata de cultivos económicos y la destrucción de especies nativas (Charles, 1973).

Fusarium oxysporum es una de las especies más importantes del género *Fusarium*, debido a las pérdidas económicas que causa en los cultivos comerciales, está entre las especies más abundantes, cosmopolitas y complejas pues tiene más de 120 formas especiales entre ellos se incluye: *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (mal de Panamá del banano); *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* (marchitez del tomate); *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli* (marchitez del frijol); *Fusarium oxysporum* f.sp. *pisi* (marchitez de la arveja); *Fusarium oxysporum* f.sp. *dianthi* (marchitez del clavel); *Fusarium oxysporum* f.sp. *chrysanthemi* (marchitez del crisantemo), etc. (Agrios, 2004; González, 2000).

Fusarium puede reducir fuertemente el rendimiento en campos donde la incidencia de este hongo es alta. Este sobrevive por muchos años en el suelo, la enfermedad es favorecida por climas cálidos y suelos con textura arenosa (Avendaño, 2006).

Morfología

Este hongo se caracteriza por producir tres tipos de esporas: las micronidias, macronidias y clamidosporas, estas últimas tienen paredes muy gruesas, lo cual las hace muy resistentes a condiciones ambientales desfavorables y a la ausencia de hospedantes. Distintas formas especiales de *F. oxysporum* pueden sobrevivir en un estado de reposo en el suelo viables después de 40 años (Agrios, 2004).

Síntomas

Los primeros síntomas consisten en un ligero amarillamiento de los bordes de las hojas más viejas que paulatinamente avanza hacia las hojas superiores y el tejido afectado muere. En cultivos de invernadero las plantas afectadas mueren en estado de plántulas. Las fusariosis vasculares inician su invasión a través del sistema radical, se fija esencialmente en los elementos gruesos del xilema. Los síntomas principales son clorosis, enanismo, decoloraciones vasculares pudrición de bulbos, pudrición de la raíz, mal de almácigos, amarillamiento, y marchites vascular (Charles, 1973).

En las plantas muy afectadas se presenta una necrosis vascular de color café chocolate en el tallo, que se extiende hasta 25 cm sobre la línea del suelo. En la raíz principal hay una pudrición seca y numerosas lesiones pequeñas de color café gris en el punto de emergencia de las raíces laterales. Ocasionalmente las plantas muertas, o semimuertas, producen masas de esporas y micelio de color blanco rosado sobre las lesiones del tallo (Avendaño, 2006).

Cuando las raíces y tallos son invadidos por el hongo, los síntomas se muestran como una pudrición oscura, particularmente sobre las raíces laterales más pequeñas. Después que la planta muere, y bajo condiciones de ambiente húmedo, el hongo fructifica sobre la superficie del tallo. (Agrios, 2004).

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Laboratorio de Hongos Fitopatógenos del Centro Internacional de Servicios Fitosanitarios (CISEF) ubicado en Saltillo, Coahuila. Y en el Centro de Microbiología Aplicada (CEMAP) de la empresa Green Corp Biorganiks de México S.A. de C.V. ubicado en la misma ciudad.

Actividad Antagónica en Cultivos Duales.

Obtención de las Cepas de *Trichoderma* spp. y *Fusarium oxysporum*.

Los aislamientos de *Trichoderma* spp. se realizaron a partir de suelo y materia orgánica procedente de diferentes zonas de la Republica Mexicana. Los hongos aislados se purificaron a través de la técnica de cultivos monosporico, obteniendo 31 cepas de *Trichoderma* que se caracterizaron e identificaron. Las cepas de *F. oxysporum* fueron aislados de la raíz de plantas de chile (*Capsicum annum*) con síntomas de pudrición radicular, provenientes de áreas de cultivo de Calera, Zacatecas, lográndose aislar cuatro cepas puras que se caracterizaron a nivel especie de acuerdo a las claves de Booth (1971). Las especies de *Trichoderma* (T) y *Fusarium* (Fo) se codificaron y se conservaron en tubos de ensaye con PDA inclinado en refrigeración a $4\pm 2^{\circ}\text{C}$.

Incremento de Cepas

Tanto las cepas de *Trichoderma* como las de *Fusarium* se incrementaron en cajas de Petri con medio de cultivo papa-dextrosa-agar (PDA) incubándolas a $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ durante siete días.

Establecimiento del Bioensayo por la Prueba de Cherif y Benhamoun (1990).

En cajas de Petri que contenían medio de cultivo PDA se colocó un explante de 5 mm de diámetro de *Fusarium oxysporum* de siete días de edad. Transcurridos dos días de la siembra se colocó a una distancia de 4 cm un explante 5 mm de *Trichoderma* de cinco días de edad (la siembra se realizó de esta manera dando dos días de ventaja a *F. oxysporum* debido al lento crecimiento que presentó en pruebas anteriores realizadas), posteriormente se incubaron a 28 ± 2 °C. Se midió diariamente el diámetro de cada una de las colonias y el diámetro de la zona de intersección y/o traslape de cada uno de los tratamientos.

Variables Estudiadas

a) Las cepas se compararon con respecto a su capacidad antagonista, de acuerdo con la escala propuesta por Bell *et al.* (1982) que se muestra en el cuadro 1, b) Los días al contacto entre el antagonista y el fitopatógeno, c) La dinámica de crecimiento de el fitopatógeno y el antagonista y d) el porcentaje de sobrecrecimiento de las cepas de *Trichoderma spp.* sobre *F. oxysporum*, que se calculó con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de Sobrecrecimiento} = (C2 - C1) * 100$$

Donde:

C1= Diámetro de la colonia de *F. oxysporum* confrontada con *Trichoderma spp.*

C2= Sobrecrecimiento de *Trichoderma spp.* sobre *F. oxysporum*.

Cuadro 1. Clases de antagonismo de *Trichoderma* sobre hongos fitopatógenos de acuerdo a Bell *et al.*, 1982.

Clase	Característica
Clase 1	Sobrecrecimiento de <i>Trichoderma</i> , que colonizó toda la superficie del medio y redujo la colonia del patógeno.
Clase 2	Sobrecrecimiento de <i>Trichoderma</i> , que colonizó al menos 2/3 de superficie del medio.
Clase 3	<i>Trichoderma</i> y patógeno colonizaron medio a medio (más que 1/3 y menor que 2/3 uno no sobrepasó al otro).
Clase 4	El hongo patógeno colonizó al menos 2/3 de la superficie del medio y resistió la invasión por <i>Trichoderma</i> .
Clase 5	Sobrecrecimiento del hongo patógeno que colonizó toda la superficie del medio.

Diseño Experimental

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con 31 tratamientos (cepas de *Trichoderma* spp.) y cuatro repeticiones y la prueba de medias de Tukey α 0.05 de significancia. Los datos se analizaron con el programa estadístico SAS System Versión 9.0.

Evaluación de la Actividad Fungistática de los Componentes Volátiles de *Trichoderma* spp. Sobre el Crecimiento de *Fusarium oxysporum*.

Selección de las Cepas de *Trichoderma* spp. y *F. oxysporum*.

Para este ensayo se seleccionaron las cepas de *Trichoderma* spp. que presentaron rápido crecimiento en el bioensayo anterior (Cuadro 2). Las cepas de *F. oxysporum* que se utilizaron fueron las mismas del bioensayo anterior.

Cuadro 2. Cepas de *Trichoderma* spp. utilizadas en el bioensayo de compuestos volátiles

Tratamiento	Cepas de <i>Trichoderma</i> spp.
T1	T01
T2	T03
T3	T04
T4	T08
T5	T13
T6	T14
T7	T15
T8	T16
T9	T18
T10	T21
T11	Testigo Fo1, Fo2, Fo3, Fo4

Multiplicación de Cepas

Las cepas seleccionadas de *Trichoderma* spp. y *F. oxysporum* se multiplicaron en cajas de Petri con medio de cultivo PDA las cuales se incubaron a una temperatura de $28\pm 2^{\circ}\text{C}$, durante siete días.

Establecimiento del Bioensayo

Se procedió a colocar en una caja de Petri un explante de 5 mm de diámetro del hongo *Trichoderma* spp. y en otra caja de Petri se colocó un explante 5 mm de diámetro de *F. oxysporum*. Posteriormente se les retiró la tapa a ambas cajas y estas se unieron colocando la base que contenía el explante de *F. oxysporum* arriba de la caja que contenía el explante de *Trichoderma* spp. en medio de ambas cajas se colocó una tapa de la caja Petri con un agujero de 10 mm; esto con el propósito de no dejar que las colonias sobrecrecieran una sobre otra y solo poder comprobar su efecto antagónico por medio de la formación de componentes volátiles. Posteriormente las cajas de Petri fueron selladas con papel encerado e incubadas a $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 12 días. Enseguida se midió el diámetro de las colonias de *F. oxysporum* y se procedió a calcular en porcentaje de inhibición micelial. Para calcular el porcentaje de inhibición del crecimiento micelial del hongo fitopatógeno, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ inhibición} = [(D1-D2)/D1] * 100$$

Donde:

D1= Diámetro de la colonia de el fitopatógeno creciendo en cajas con papa-dextrosa-agar libre de inhibidores.

D2= Diámetro de la colonia de el fitopatógeno creciendo en cajas con papa-dextrosa-agar confrontada con los metabolitos volátiles producidos por *Trichoderma* spp. (Worasatit *et al.*, 1994).

Diseño Experimental

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con 11 tratamientos (10 cepas de *Trichoderma* y un testigo de *F. oxysporum*) y cuatro repeticiones y la prueba de medias de Tukey α 0.05 de significancia. Los datos se analizaron con el programa estadístico SAS System Versión 9.0.

Evaluación de la Actividad Fungistática de Extractos de *Trichoderma* spp. Sobre el Crecimiento de *Fusarium oxysporum*.

Obtención de las Cepas de *Trichoderma* spp. y *F. oxysporum*.

Para este bioensayo se seleccionaron las cepas de *Trichoderma* spp. que presentaron el mejor resultado en los bioensayos anteriores (Cuadro 3). Las cepas de *F. oxysporum* que se utilizaron fueron las mismas del bioensayo anterior.

Cuadro 3. Cepas de *Trichoderma* spp. utilizadas para la preparación de extractos.

Tratamiento	Cepas de <i>Trichoderma</i> spp.
T1	T01
T2	T02
T3	T03
T4	T15
T5	Testigo Fo1, Fo2, Fo3, Fo4

Preparación de Extractos de *Trichoderma* spp.

Se preparó medio de cultivo líquido con 200 gr de papa sin cáscara y cortada en cuadros la cual se colocó en un matraz erlenmeyer de 1000 ml con 800 ml de agua destilada y 12 gr de azúcar. El medio se esterilizó a 120° C por 15 min en la autoclave. Posteriormente se vació 100 ml del medio de cultivo líquido en matraz erlenmeyer estériles de 250 ml, en los cuales se colocó un explante de 5mm de diámetro de la cepa de *Trichoderma* spp. a evaluar. Los matraces se mantuvieron en agitación a 120 rpm durante 15 días. El material obtenido se licuó y enseguida se filtro dos veces en filtros milipor.

Establecimiento del Bioensayo

Se procedió a colocar el filtrado obtenido en cajas Petri con medio de cultivo PDA a las concentraciones de 200µ, 500µ, 1000µ, con cuatro repeticiones por tratamiento; se dejaron en observación por 48 h para verificar que no hubiera crecimiento del antagonista. Posteriormente se procedió a colocar un explante del fitopatógeno de 5 mm de diámetro en el centro de la caja de Petri. Se incubaron por 12 días a 28±2° C.

Enseguida se midió el diámetro de las colonias de cada uno de los hongos y se determino el porcentaje de inhibición del crecimiento micelial del hongo fitopatígeno como se señala anteriormente.

Diseño Experimental

Se utilizo un diseño experimental completamente al azar con 5 tratamientos (4 cepas de *Trichoderma* y un testigo de *F. oxysporum*) y cuatro repeticiones y la prueba de medias de Tukey α 0.05 de significancia. Los datos se analizaron con el programa estadístico SAS System Versión 9.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aislamiento e identificación de *Trichoderma* spp. y *Fusarium oxysporum*

En los aislamientos de *Fusarium oxysporum* (Schlecht, 1824) se observó en medio de cultivo PDA un micelio algodonoso. Los diferentes aislamientos presentaron varios tonos de colores que iban de color blanco, rosas hasta un color violeta intenso. Las características a nivel de microscopio compuesto a 40 X se observó que el conidioforo presentaba ramificaciones irregulares, individuales o agrupados en un esporoquio de macroconidias, así también el micelio presentaba clamidosporas individuales y en cadena de manera intercalares y terminales. Las conidias se encontraban sobre fialides cortas en forma de botella, la que lo hace diferente a *Fusarium solani*; las macroconidias son de forma fusoides, alantoides con tres a cinco septos y con una medida de 35 a 50 µm por 3 a 5 µm. Las microconidias fueron unicelulares con dimensiones de 5 a 10 µm por 2 a 3 µm lo que coincide con lo descrito por Booth, (1971).

Las colonias de *Trichoderma* (Pers ex Fr., 1821) se caracterizaron por presentar un crecimiento rápido con micelio algodonoso pulvinado, el cual presentó matices que van de un color blanco hasta un color verde oliváceo. En el microscopio compuesto se observó a los conidioforos con ramificaciones divergentes e irregulares presentando fialides laterales, sobre estas germinaban conidias unicelulares redondas, hialinas y en algunos aislamientos el micelio se mostró de color verde transparente. Las conidias se caracterizaron en su mayoría por tener una pared lisa y cuando el cultivo ya es de siete o más días comienza la formación de clamidosporas en las hifas. Estas características coinciden con Domsch *et al.* (1980).

Actividad Antagónica en Cultivos Duales.

El comportamiento de las 31 cepas de *Trichoderma* respecto al crecimiento de los diferentes aislamientos de *F. oxysporum* se muestra en la Figura 1 donde se aprecia una heterogeneidad entre tratamientos.

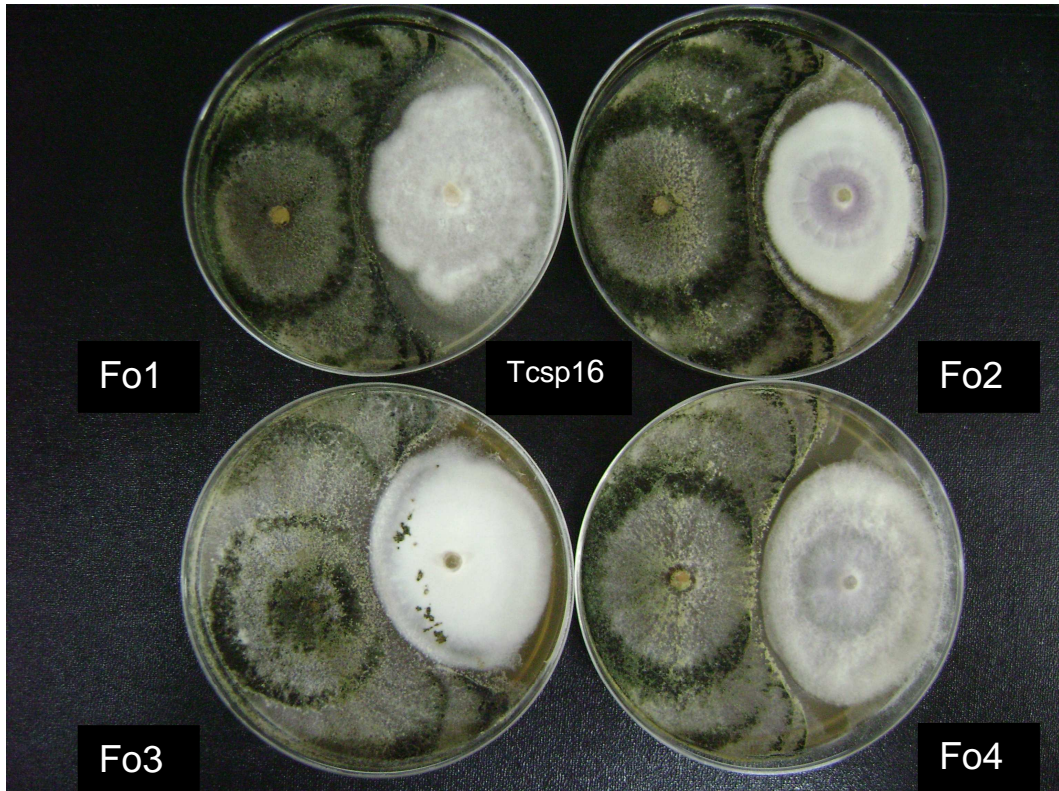


Figura 1. Comparación de la dinámica de crecimiento de la cepa Tcsp16 con las cuatro cepas de *Fusarium oxysporum*.

Humeres (2004) menciona que el método de control de *Trichoderma* contra hongos fitopatógenos es principalmente a través de competencia y predación, esto concuerda con los resultados obtenidos, como se puede observar en las Figuras 1, 2 y 7 la competencia que ejerce *Trichoderma* sobre *F. oxysporum*.

La figura 2 nos muestra la velocidad de crecimiento que tienen algunas cepas de *Trichoderma*, teniendo contacto con el fitopatógeno al segundo día después de la siembra y presentan sobrecrecimiento al doceavo día.

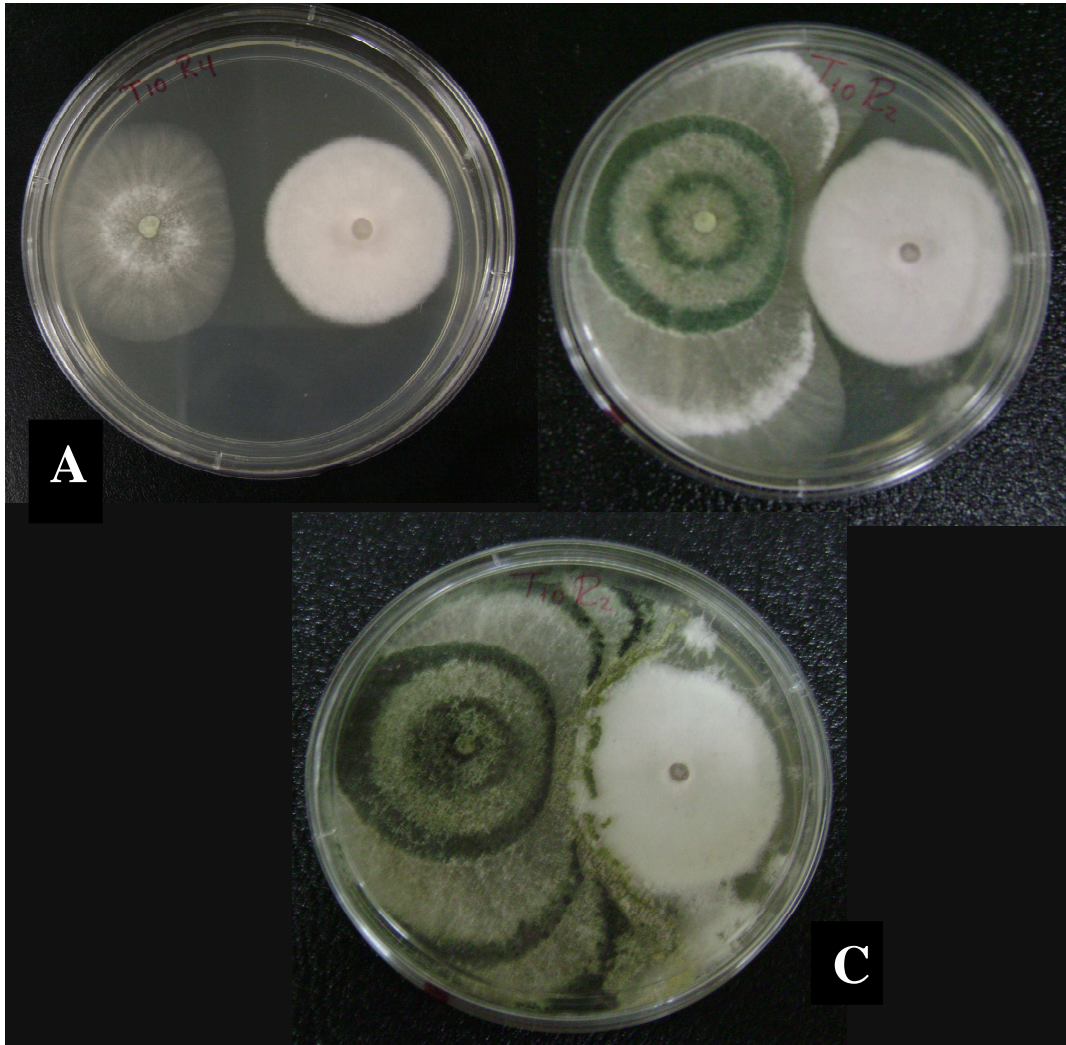


Figura 2. Dinámica de Crecimiento de *Trichoderma* spp. Cepa T10 y *Fusarium oxysporum* cepa Fo1 al segundo (A), cuarto (B) y doceavo (C) día después de la siembra.

Solo las cepas T08, T19 y T31 de *Trichoderma* presentaron crecimientos superiores a los de Fo1 y sus valores oscilaron entre 4.93 cm y 5.08 cm. También podemos mencionar que se observo una zona de inhibición de crecimiento que oscilo entre 0.3 cm y 0.73 cm con las cepas T3, T7, T12, T13, T23 y T24 (Figura3).

En la Figura 4 se observan los picos mas altos de crecimiento de las cepas de *Trichoderma* T1, T4, T8, T10, T13, T15, T17, T18, T20, T21, T22, T25 y T31 estas presentan una mayor inhibición del fitopatógeno, también muestra una zona de inhibición de crecimiento que oscilo entre 0.15 cm y 0.73 cm.

En general las cepas de *Trichoderma* confrontadas con *F. oxysporum* presento una mayor inhibición del fitopatógenos (Figura 5). A demás la mayoría de las cepas de *Trichoderma* el diámetro de las colonias fue superior a los de *F. oxysporum*, oscilando entre 3.68 cm y 6.92 cm contra 3.43 cm y 4.15 cm de *F. oxysporum*.

Para Fo4 solo las cepas T8, T19 de *Trichoderma* spp. presentaron mayor crecimiento con 5.2 cm, contra y 4.37 cm de *F. oxysporum*; y una zona de inhibición de 0.15 a 0.35 cm con las cepas T5, T06, T23, T24 (Figura 6).

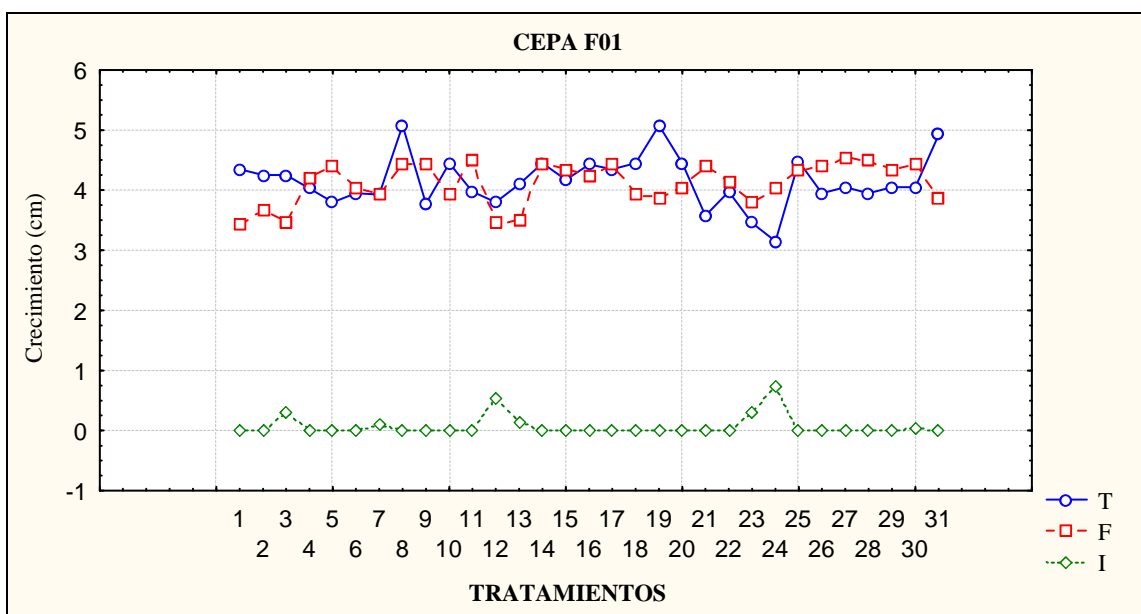


Figura 3. Dinámica poblacional de *Trichoderma* spp. (T), *Fusarium oxysporum* (F) cepa Fo1 y halo de inhibición (I), a 12 días después de la siembra en PDA.

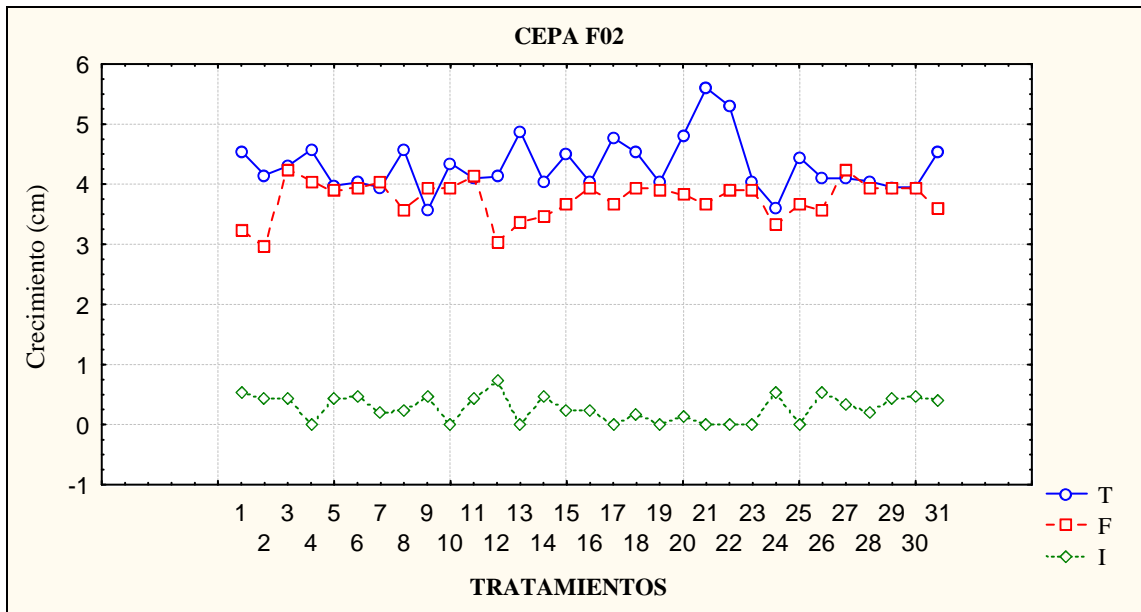


Figura 4. Dinámica poblacional de *Trichoderma* spp. (T), *Fusarium oxysporum* (F) cepa Fo2 y halo de inhibición (I), a 12 días después de la siembra en PDA.

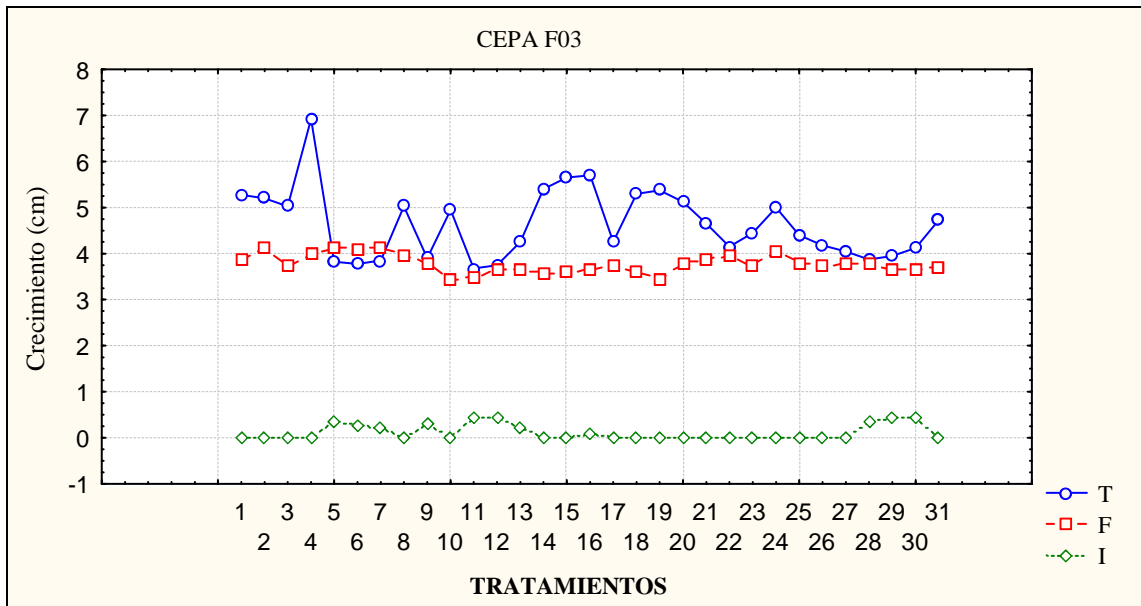


Figura 5. Dinámica poblacional de *Trichoderma* spp. (T), *Fusarium oxysporum* (F) cepa Fo3 y halo de inhibición (I), a 12 días después de la siembra en PDA.

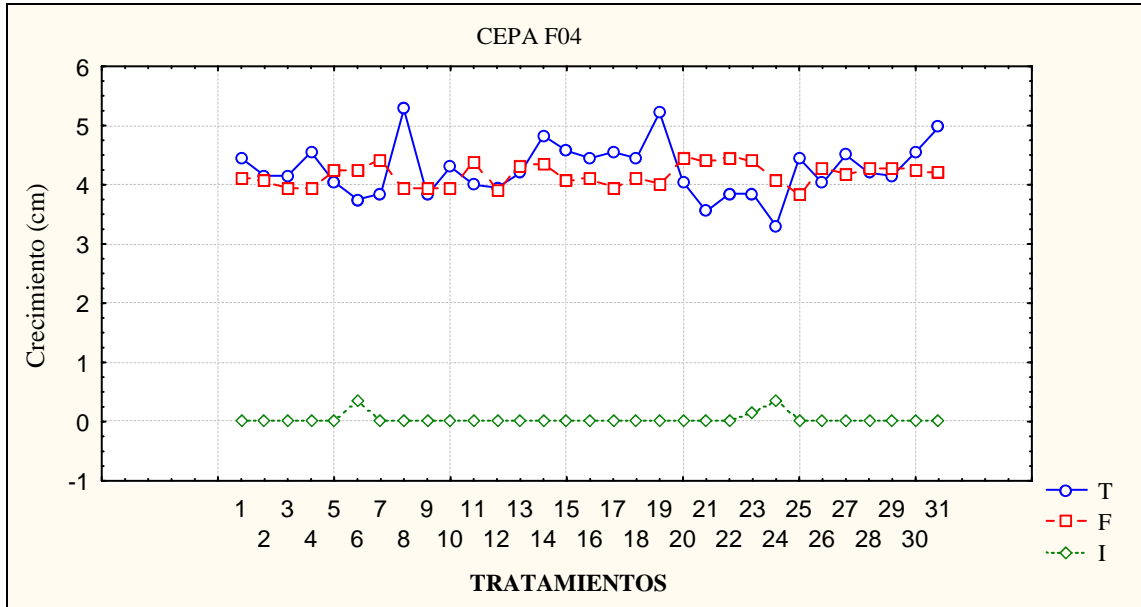


Figura 6. Dinámica poblacional de *Trichoderma* spp. (T), *Fusarium oxysporum* (Fo2) cepa Fo4 y halo de inhibición (I), a 12 días después de la siembra en PDA.

El análisis de varianza para el sobrecrecimiento del antagonista sobre el fitopatógeno reporta diferencia altamente significativa entre tratamientos ($p= 0.0001$) (Cuadro 2A, 3A, 4A, 5A). El porcentaje de sobrecrecimiento de *Trichoderma* spp. sobre las cepas de *Fusarium oxysporum* oscilaron entre 2.75% y 31.65% para la cepa Fo1, de 6.33% y 32.05% para la cepa Fo2, entre 5.96% y 56.25% para la cepa Fo3 y entre 3.07% y 18.35% para la cepa F4 (Cuadro 4).

Cuadro 4. Efecto de 31 cepas de *Trichoderma* spp. sobre el desarrollo de *Fusarium oxysporum* en cultivos duales a los 12 días de incubación.

Cepas de <i>Trichoderma</i>	Cepas de <i>Fusarium oxysporum</i> ^{1,2}							
	Fo1		Fo2		Fo3		Fo4	
T1	0.0	H	0.0	G	19.35	DE	0.0	C
T2	0.0	H	0.0	G	14.46	E	0.0	C
T3	0.0	H	0.0	G	15.33	E	0.0	C
T4	26.79	BC	8.02	E	56.25	A	0.0	C
T5	0.0	H	0.0	G	0.0	G	0.0	C
T6	12.96	E	0.0	G	0.0	G	0.0	C
T7	0.0	H	0.0	G	0.0	G	0.0	C
T8	5.06	D	6.33	F	13.29	EF	18.35	A
T9	18.54	FG	0.0	G	0.0	G	0.0	C
T10	31.65	A	0.0	G	15.22	EF	0.0	C
T11	7.22	F	0.0	G	0.0	G	0.0	C
T12	0.0	H	0.0	G	0.0	G	0.0	C
T13	0.0	H	24.44	B	0.0	G	0.0	C
T14	27.53	AB	0.0	G	26.57	BCD	8.62	B
T15	23.7	AB	0.0	G	27.78	BC	3.07	C
T16	0.0	H	0.0	G	31.29	B	0.0	C
T17	12.36	E	11.64	D	0.0	G	0.0	C
T18	5.7	C	0.0	G	23.61	BCDE	0.0	C
T19	0.0	H	0.0	G	18.25	DE	18.13	A
T20	13.66	E	7.19	E	16.56	DE	0.0	C
T21	18.75	FG	17.12	C	0.0	G	0.0	C
T22	0.0	H	32.05	A	0.0	G	0.0	C
T23	0.0	H	0.0	G	0.0	G	0.0	C
T24	0.0	H	0.0	G	16.15	DE	0.0	C
T25	0.0	H	0.0	G	0.0	G	0.0	C
T26	0.0	H	0.0	G	6.04	G	0.0	C
T27	2.75	G	0.0	G	5.96	G	0.0	C
T28	3.33	G	0.0	G	0.0	G	0.0	C
T29	3.45	G	0.0	G	0.0	G	0.0	C
T30	7.30	F	0.0	G	0.0	G	0.0	C
T31	0.0	H	0.0	G	6.081	G	10.06	C

¹ Datos expresados en por ciento.

² Valores en cada columna con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha 0.05$)

En general, para las cuatro cepas de *F. oxysporum* los valores de sobrecrecimiento oscilaron entre 0.12 cm a 2.25 cm, estos resultados concuerdan con los indicados por Michel-Aceves (2005), ya que reporta que los valores de sobrecrecimiento de *Trichoderma* spp. sobre *F. oxysporum* oscilaron entre 0.45 cm y 1.88 cm. Sin embargo en otros bioensayos se reportan mayores tasas de crecimientos alcanzando hasta 7.80 cm (Bernal *et al.*, 2003) y de 7.50 cm entre cepas de *T. virens*, *T. harzianum* y *T. viride* sobre *F. oxysporum* f. sp. *dianthi* (Hermosa *et al.*, 2000).

Las cepas que presentaron mayor sobrecrecimiento sobre la cepa Fo1 fueron T4, T10, T14, T15, con un 31.65%, para la cepa Fo2 la cepas T22, con 32.05%. La cepa T4 sobrecreció 56.25% sobre la cepa Fo3. Las cepas T8, T19 un sobrecrecimiento de 18.13% sobre la cepa Fo4 (Cuadro 4).

Como se puede observar en la Figura 7, el efecto antagónico de *Trichoderma* sobre las cepas de *F. oxysporum* es heterogéneo; sin embargo podemos citar que las cepas T4, T14, T15, tienen buen efecto antagónico contra dos de las cuatro cepas de *F. oxysporum* estudiadas.

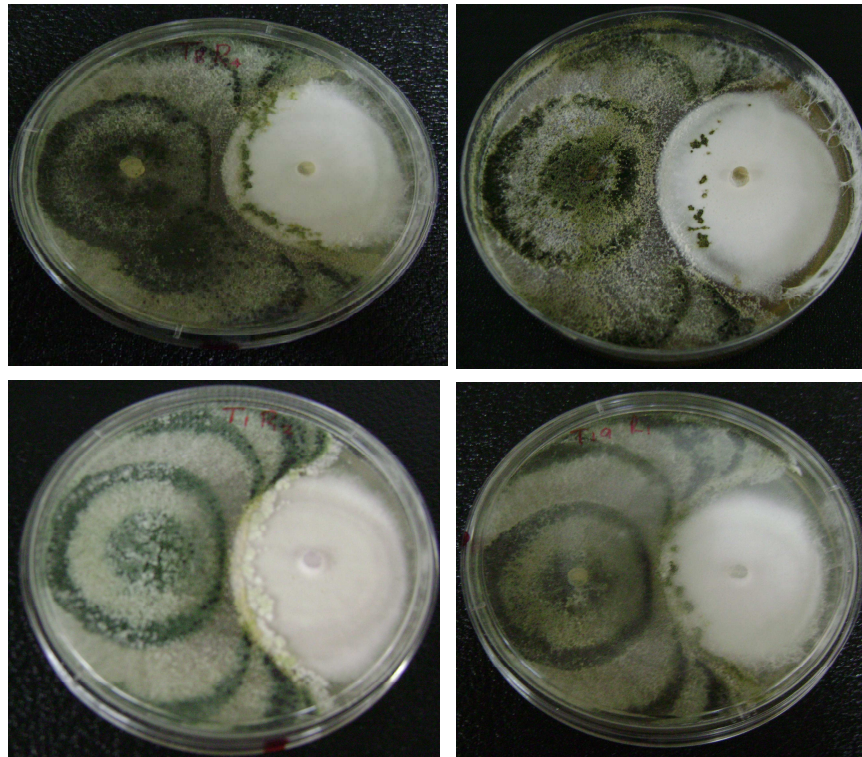


Figura 7. Sobrecrecimiento de la cepa T08 sobre la cepa Fo1(A), Tcsp22 sobre la cepa Fo2 (B), T01 sobre la cepa Fo3 (C), T19 sobre la cepa Fo4 (D) a los 12 días después de la siembra.

Los resultados sobre la clase de antagonismo de las diferentes cepas de *Trichoderma* de acuerdo a la escala de Bell *et al.* (1982), varían de la clase 1 a la 4 (Cuadro 5). Cabe mencionar que los valores en la clase 1 se observaron en la cepa Fo2 y Fo3 y no en el resto; mientras que la clase 4 solo se detecto en la cepa T5 sobre Fo1 (Cuadro 5). En general mas del 50% de las cepas de *Trichoderma* se ubica en la clase 3 contra las cuatro cepas de *Fusarium oxysporum* en este caso ambos hongos colonizaron la mitad de la superficie del medio y ninguno es dominante sobre el otro.

Cuadro 5. Clase de antagonismo de las 31 cepas *Trichoderma* spp. sobre *F. oxysporum* de acuerdo Bell *et al.*, 1982.

Cepas de <i>Trichoderma</i> spp.	Clase de Antagonismo ¹			
	Fo1	Fo2	Fo3	Fo4
T1	3	3	2	3
T2	3	3	2	3
T3	3	3	2	3
T4	2	2	1	3
T5	4	3	3	3
T6	3	3	3	3
T7	3	3	3	3
T8	2	2	2	2
T9	2	3	3	3
T10	2	3	2	3
T11	2	3	3	3
T12	3	3	3	3
T13	3	1	3	3
T14	2	3	2	2
T15	2	3	2	2
T16	3	3	2	3
T17	2	2	3	3
T18	2	3	2	3
T19	3	3	2	2
T20	2	2	2	3
T21	2	2	3	3
T22	3	1	3	3
T23	3	3	3	3
T24	3	3	2	3
T25	3	3	3	3
T26	3	3	2	3
T27	2	3	2	3
T28	2	3	3	3
T29	2	3	3	3
T30	2	3	3	3
T31	3	3	2	2

¹ Clasificación en conformidad con la escala de Bell *et al.*, 1982. Clase 1= Sobrecrecimiento de *Trichoderma*, que colonizo toda la superficie del medio y redujo la colonia del patógeno. Clase 2= Sobrecrecimiento de *Trichoderma*, que colonizo al menos 2/3 de superficie del medio. Clase 3= *Trichoderma* y patógeno colonizaron medio a medio (mas que 1/3 y menor que 2/3 uno no sobrepaso al otro. Clase 4= Hongo patógeno colonizo al menos 2/3de la superficie del medio y resistió la invasión por *Trichoderma*. Clase 5= Sobrecrecimiento del hongo patógeno que colonizo toda la superficie del medio.

El análisis de varianza para los días al contacto entre *Trichoderma* spp. y *Fusarium oxysporum* mostraron diferencias altamente significativas ($p=0.0001$) (Cuadro 7A 8A, 9A, 10A). Las cepas de *Trichoderma* tuvieron contacto con *F. oxysporum* en diferentes tiempos; los valores oscilaron entre dos y 10.75 días. Las cepas que presentaron los menores tiempos (<2 días) con una o más cepas de *F. oxysporum* son las cepas T1, T4, T8, T14, T15, T19, T20, T21 y T31 (Cuadro 6).

Cuadro 6. Días al contacto entre el antagonista *Trichoderma* spp. y el fitopatógeno *Fusarium oxysporum* en papa-dextrosa-agar.

Cepas de <i>Trichoderma</i>	Cepas de <i>Fusarium oxysporum</i> ¹			
	Fo1	Fo2	Fo3	Fo4
T1	5.75 ABC	*	3.75 CDE	2.25 FG
T2	5.75 ADC	*	3.75 CDE	3.00 FG
T3	*	*	4.50 BCD	3.75 EF
T4	4.50 BCD	3.75 D	5.75 B	2.00 G
T5	5.00 ABCD	*	*	10.75 A
T6	2.75 CD	*	*	*
T7	*	10.7 A	*	5.75 CD
T8	2.25 D	8.75 B	2.75 E	2.25 FG
T9	4.75 CD	*	*	8.75 B
T10	4.00 CD	3.75 D	5.75 B	3.75 EF
T11	4.75 BCD	*	*	6.75 C
T12	*	*	*	8.75 B
T13	*	3.75 D	*	4.75 DE
T14	4.50 BCD	*	4.75 BCD	2.75 FG
T15	4.75 BCD	9.75 AB	2.27 E	2.50 FG
T16	3.00 CD	*	7.75 A	3.75 EF
T17	3.00 CD	5.75 C	4.50 BCD	4.75 DE
T18	7.50 AB	*	4.75 BCD	3.50 FG
T19	3.50 CD	3.75 D	3.50 ED	2.75 FG
T20	2.25 D	9.75 AB	4.75 BCD	3.75 EF
T21	2.25 D	3.75 D	4.50 BCD	3.75 EF
T22	4.75 BCD	3.75 D	2.75 E	3.75 EF
T23	*	3.75 D	4.75 BCD	*
T24	*	*	3.75 CDE	*
T25	*	5.75 C	4.75 BCD	3.75 EF
T26	3.75 CD	*	5.75 B	3.75 EF
T27	4.75 BCD	*	5.75 B	3.50 EF
T28	3.00 C	*	*	3.75 EF
T29	4.25 CD	*	*	3.75 EF
T30	8.00 A	*	*	4.75 DE
T31	2.75 CD	9.75 AB	5.00 BC	2.25 FG

¹ Valores en cada columna con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, α 0.05)

* = No hubo contacto entre el antagonista y el fitopatógeno.

**Actividad Fungistática de los Componentes Volátiles Producidos por
Trichoderma spp. Sobre el Crecimiento de *Fusarium oxysporum*.**

Los análisis de varianza para el porcentaje de inhibición ejercida por el antagonista *Trichoderma* spp. a el fitopatógeno *Fusarium oxysporum* en medio PDA a los 12 días de incubación mostraron diferencias altamente significativas ($p=0.0001$) (Cuadro 12A, 13A, 14A, 15A). Los valores del porcentaje de inhibición de crecimiento de *F. oxysporum* oscilaron entre un 1.14% y un 65.17%, la cepa T4 sobre Fo2 (Cuadro 7). Estos valores concuerdan con los reportados por Michel-Aceves (2001) que obtuvo un 47.6% de inhibición de *F. oxysporum* con *Trichoderma* spp. Las cepas que manifestaron la mejor inhibición fueron T1, T4 y T16 sobre *F. oxysporum*.

Como podemos observar en el Cuadro 7 y Figura 8 es notorio el efecto que tienen algunas cepas de *Trichoderma* en la producción de componentes volátiles con el efecto antagónico. En este sentido Dal Bello *et al.* (1997) reportan el efecto inhibitorio causado por los componentes volátiles que produce *Trichoderma hamatum* sobre el desarrollo de *Alternaria citri*, *Bipolaris cynodontis*, *B. sorokiniana*, *Curvularia brachyspora*, *C. lunata*, *C. oryzae*, *Rhizoctonia solani* observando alteraciones en crecimiento y desarrollo de los fitopatógenos antes mencionados, concordando así con los resultados obtenidos en este bioensayo.

Cuadro 7. Porcentaje de inhibición ejercido por el antagonista *Trichoderma* spp. *Fusarium oxysporum* en cajas con PDA a los 12 días de incubación.

Cepas de <i>Trichoderma</i>	Cepas de <i>F. Oxysporum</i> ¹							
	Fo1	Fo2	Fo3	Fo4				
T1	3.07 F	0.00 A	41.03 G	24.14 D				
T3	2.57 E	34.48 F	13.45 B	30.69 E				
T4	1.54 C	53.33 H	35.63 F	29.20 E				
T8	2.20 D	29.54 E	19.20 D	14.25 B				
T13	1.17 B	19.20 C	20.00 D	20.69 C				
T14	1.27 BC	13.45 B	14.94 BC	25.29 D				
T15	2.10 D	14.25 B	17.70 CD	20.00 C				
T16	1.17 B	25.75 D	24.14 E	65.17 E				
T18	1.14 B	24.94 D	14.25 B	14.94 B				
T21	1.60 C	40.69 G	40.69 G	31.49 E				
Testigo	0.00 A	0.00 A	0.00 A	0.00 A				

¹ Valores en cada columna con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha 0.05$)

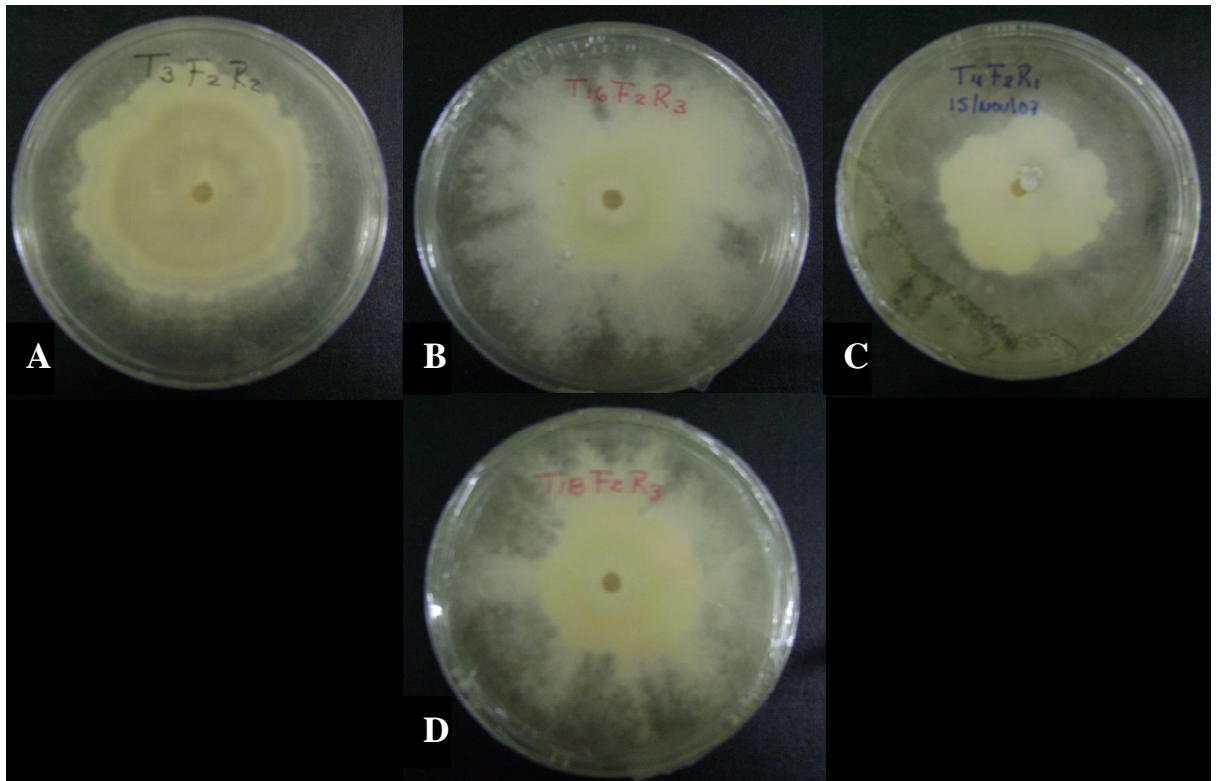


Figura 8. Actividad fungistática de los componentes volátiles producidos por las cepas T03 (A), T16 (B), T04 (C) y T18 (D) de *Trichoderma* spp. sobre *Fusarium oxysporum* (Fo2) a los 12 días después de la siembra.

Actividad Fungistática de los Extractos de *Trichoderma* spp. Sobre el Crecimiento de *Fusarium oxysporum*.

Los análisis de varianza para el porcentaje de inhibición ejercida por los extractos de *Trichoderma* spp. sobre *F. oxysporum* a concentraciones de 200 μ , 500 μ , y 1000 μ a los 12 días de incubación mostraron diferencias altamente significativas ($p=0.0001$) (Cuadros 17A, 18A, 19A, 20A, 21A, 22A, 23A, 24A, 25A, 26A, 27A, 28A, 29A, 30A).

El cuadro 8 nos muestra el porcentaje de inhibición que oscilo entre un 0% a 42.73%, lo cual muestra que solo algunas cepas de *Trichoderma* ejercen antagonismo sobre los diferentes aislados de *F. oxysporum*. Lo anterior indica que *Trichoderma* puede producir componentes no volátiles que ejercen un efecto antagónico sobre este fitopatógeno como lo menciona Weindling (1932).

Cuadro 8. Inhibición del crecimiento micelial de *F. oxysporum* con extractos de *Trichoderma* spp. a una concertación de 1000 μ , a 12 días de incubación.

Cepas de <i>Trichoderma</i>	Fo1		Cepas de <i>F. Oxysporum</i>				Fo4	
			Fo2	Fo3				
T01	0.00	A	42.69	C	37.30	D	25.40	B
T02	31.18	B	42.73	C	31.18	C	36.95	D
T03	36.95	B	42.73	C	25.75	B	31.18	C
T15	29.21	B	36.95	B	37.30	D	25.40	B
Testigo de Fo	0.00	A	0.00	A	0.00	A	0.00	A

¹ Valores en cada columna con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, α 0.05)

Los porcentaje de inhibición para el bioensayo a concentraciones de 500 μ los valores oscilaron desde 0% hasta un 43.07%. La cepa T3 presento el mejor efecto antagónico ya que inhibió el crecimiento de las 4 cepas de *F. oxysporum* (Cuadro 9).

Los porcentaje de inhibición para el bioensayo a concentraciones de 1000 μ oscilaron desde 0.31% hasta un 42.73%. Como se puede observar en el Cuadro 10 a mayor concentración de extracto se logra tener mejor efecto de antagonismo de *Trichoderma*, sobre las 4 cepas de *F. oxysporum*.

Cuadro 9. Inhibición del crecimiento micelial de *F. oxysporum* con extractos de *Trichoderma* spp. a una concentración de 500 μ , a 12 días de incubación.

Cepas de <i>Trichoderma</i>	Cepas de <i>F. Oxysporum</i>							
	Fo1	Fo2	Fo3	Fo4	Fo5	Fo6	Fo7	Fo8
T01	0.00	A	42.73	C	31.18	C	31.18	B
T02	31.49	D	43.07	C	31.18	C	31.18	B
T03	20.00	B	37.30	B	25.40	B	31.18	B
T15	25.75	C	36.95	B	37.30	D	31.18	B
Testigo de Fo	0.00	A	0.0	A	0.00	A	0.00	A

¹ Valores en cada columna con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, α 0.05)

Cuadro 10. Inhibición del crecimiento micelial de *F. oxysporum* con extractos de *Trichoderma* spp. a una concentración de 1000 μ , a 12 días de incubación.

Cepas de <i>Trichoderma</i>	Cepas de <i>F. Oxysporum</i>							
	Fo1	Fo2	Fo3	Fo4	Fo5	Fo6	Fo7	Fo8
T01	0.31	A	31.18	B	25.40	C	31.52	C
T02	19.56	C	42.73	D	30.37	D	31.18	C
T03	13.79	B	42.73	D	19.63	B	19.63	B
T15	31.11	D	36.95	C	25.40	C	31,18	C
Testigo de Fo	0.0	A	0.0	A	0.0	A	0.0	A

¹ Valores en cada columna con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, α 0.05)

En general considerando las cepas de *F. oxysporum*, los porcentajes de inhibición de crecimiento micelial del hongo fitopatógeno vario de 0 a un 43.07% (Cuadro 9, 10,11 y Figura 10).

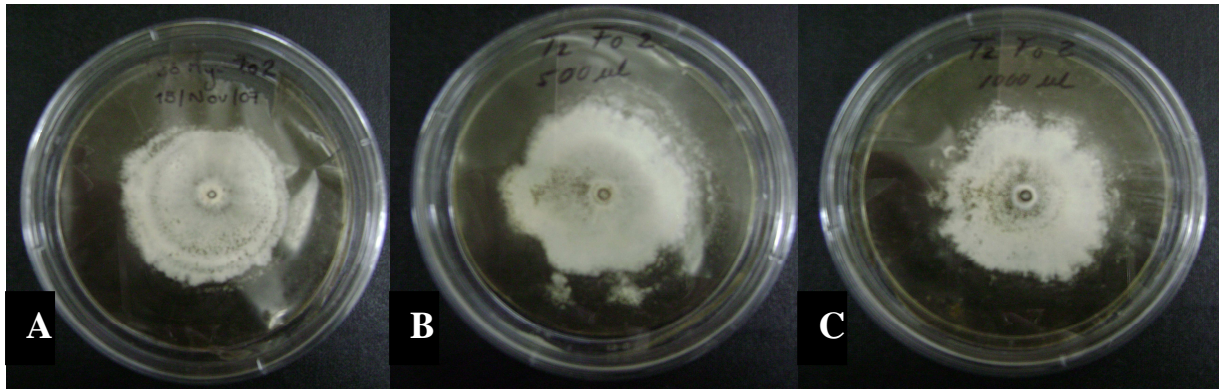


Figura 9. Inhibición del crecimiento micelial de *Fusarium oxysporum* (Fo2) por extractos de *Trichoderma* spp. cepa T2 sobre medio de cultivo PDA a las concentraciones 200μ (A), 500μ (B) y 1000μ(C).

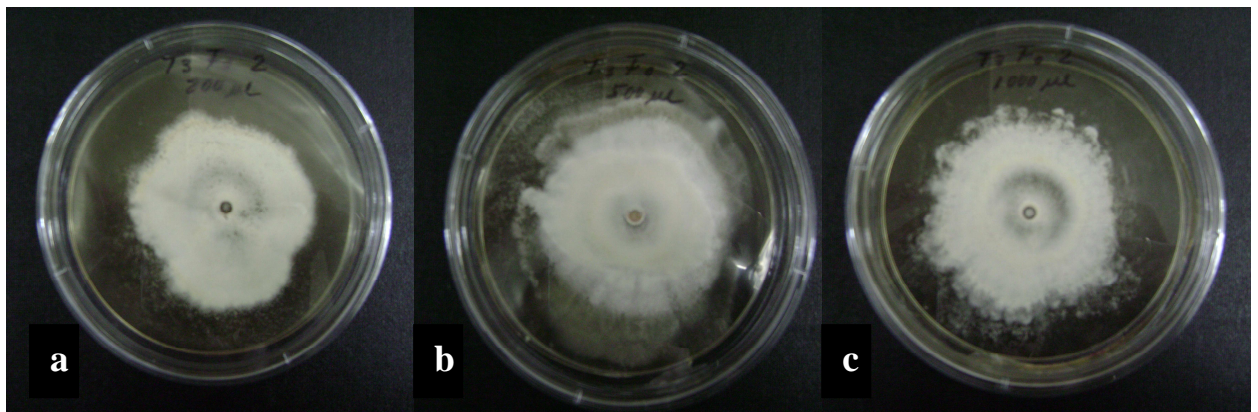


Figura 10. Inhibición del crecimiento micelial de *Fusarium oxysporum* (Fo2) por extractos de *Trichoderma* spp. cepa T3 a una concentración de 200μ (a), 500μ (b) y 1000μ(c).

CONCLUSION

De acuerdo con los resultados obtenidos en esta investigación se concluye que:

De las 31 cepas nativas de *Trichoderma* spp. nueve aislamientos son promisorios para la inhibición *in vitro* de *Fusarium oxysporum*.

Las cepas de *Trichoderma* spp. Con mayor actividad antagonista presentaron un tiempo de contacto a los 2 días sobre dos o mas cepas de *F. oxysporum*, con un traslape de 2.25 cm y se ubicaron en la clase 1.

Los aislamientos de *Trichoderma* spp. promisorios por presentar mayor efecto antagonista sobre dos o mas cepas de *Fusarium oxysporum*. son T1, T2, T3, T4, T8, T10, T13, T14, T15, T16, T18, T19, T20, y T22.

Se observo un efecto antagonista de las cepas de *Trichoderma* spp. sobre *F. oxysporum* por la competencia de espacio y nutrientes (T1, T2, T4, T8, T19 y T31), por la producción de componentes volátiles (T1, T4, T16 y T21) y no volátiles antifúngicos (T1, T2, T3) o por la combinación de ambas (T1, T2, T3, T4, T13, T16, T22). Lo anterior muestra que algunas cepas de *Trichoderma* spp. posee potencial de biocontrol sobre *F. oxysporum*.

LITERATURA CITADA

- Agrios, G. 2004. Fitopatología Editorial Limusa. 2ed. Noriega editores. EUA. Pp. 277-283.
- Alexopoulos, C.J., Mims, C.W., Blackwell, M. 1996. Introductory Mycology. 2ed. USA. p869.
- Albert, L. A. 2005 Panorama de los plaguicidas en México 7° Congreso de Actualización en Toxicología Clínica Tepic, Nayarit. pp. D1-D15.
- Avendaño, C., Arbeláez, G., Rondón, G. 2006. Control biológico del marchitamiento vascular causado por *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* en frijol *Phaseolus vulgaris* L., mediante la acción combinada de *Entrophospora colombiana*, *Trichoderma* spp. y *Pseudomonas fluorescens* Agronomía Colombiana 24: 62-67
- Backman, P. A, Wilson, M., Murphy J. F. 1997. Bacteria for biological control of plant diseases. Boca Raton 19: 205-212.
- Baker, R. and Cook, R. 1974. Biological control of plant pathogens. W. H. Freeman. San Francisco USA, 433 p.
- Baker, R., Griffin, J. G. 1995. Nuevos enfoques para la gestión integrada de plagas. Estrategias para el control biológico de hongos patógenos de plantas. Florida. Pp. 153-182.
- Bello, A. 1985. Control biológico de plagas y enfermedades de las plantas. Congreso Científico Europeo de Agricultura Biológica. Madrid, España. pp. 164-171.
- Bell, D.K., Well, H.D., and Markham, C.R 1982. *In vitro* antagonism of *Trichoderma* species against six fungal plant pathogens. Phytopathology 72:79-82.
- Benitez, T., Rincon, A., Limon, M. Codon, A. C. 2004 Mecanismos De Biocontrol De Cepas De *Trichoderma*. International Microbiology 7:249-260.

- Bernal, A., Andreu, C.M., Moya, M.M., Gonzales, M. y Fernández, O. 2003. Utilización de *Trichoderma spp.*, como alternativa ecológica para el control de *Fusarium oxysporum* f. sp. *Cubense*. *Micología* 55:1025-1027.
- Booth C. 1971. The Genus *Fusarium*, Commonwealth Mycological Institute Kew. Surrey, England. 237 p.
- Boyetchko, S., Pedersen, E., Punja, Z., Reddy, M. 1998. Formulations of Biopesticides. *Methods in Biotechnology*. Humana Press 5: 487-508.
- Dal Bello, G.M., Monaco, C.I., Chaves, A.R. 1997 Efecto de los metabolitos volátiles de *Trichoderma hamatum* sobre el crecimiento de hongos fitopatógenos del suelo. *Revista Iberoamericana Mycologia*. 14:131-134.
- Durán, P. E., Robles M. F., Martínez, T. J., Brito, A. M. 2003 *Trichoderma* Un hongo combatiente de patógenos. *Revista Técnico Ambiental* 92:20-27.
- Domsch K H. W. Gams 1980 *Compendium soil fungi* London. Academic Press. New Cork. 859 p.
- Ezziyyani, M. Pérez, S. C., Sid, A. A., Requena, M., Candela, M. 2004 *Trichoderma harzianum* como biofungicida para el biocontrol de *Phytophthora capsici* en plantas de pimiento (*Capsicum annuum* L.). *Anales de Biología* 26:35-45.
- Henis, Y., Adams P. B., Lewis J.A., Papavizas, G.C. 1983. Penetration of *Sclerotium rolfsii* by *Trichoderma spp.* *Phytopathology* 73: 1043-1046.
- Hermosa, M. R. et al., 2000. Molecular characterization and identification of biocontrol isolates of *Trichoderma spp.* *Microbiology* 66: 1890-1898.

- Herrera, S. 2005. Control biológico de *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* y *fusarium solani* en tomates bajo invernaderos. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 125p.
- Humers, V. C. 2004. Evaluación de la capacidad biocontroladora de dos cepas nativas de *Trichoderma* spp. sobre aislados de hongos *Basidiomycetes* asociados a muerte de brazos en kivi. Universidad de Talca. Facultad de ciencias agrarias. Escuela de Agronomía. Talca, Chile. 32p.
- Michel- Aceves, A.C. 2001. Cepas nativas de *Trichoderma* spp., Su antibiosis y Micoparasitismo sobre *Fusarium subglutinans* y *F. oxysporum*. Tesis de doctorado. Facultad de ciencias Biologicas y agropecuarias. Universidad de Colima. Tecoman, Colima. México. 162p.
- Michel- A, Otero, S.M., Martinez, R.R. 2005. Potencial antagónico de *Trichoderma* spp. sobre *Fusarium oxysporum* f sp. *Lycopersici* y *Sclerotium rolfsii* in Vitro e invernadero. Revista Mexicana de Fitopatología. 23:286-293.
- Mohammed. E., Perez. S. C., Ahmed. S. A., Requena. M, Candela. M. E. 2004. *Trichoderma harzianum* como biofungisida para el biocontrol de *Phytophthora* en plantas de pimiento. Universidad de Murcia España. 170p.
- Orrieta, F., Larrea, V. 2001 Microorganismos antagonistas para el control fitosanitario. International. Microbiology 62:96-100.
- Pietro, D. A., González, R. M. 2005 *Fusarium oxysporum*: un modelo para el análisis de la patogénesis fúngica en plantas y humanos. Universidad de Córdoba. Córdoba. España. 12:56-59.
- Samuels, G. J. 1996. *Trichoderma*: a review of biology and systematic of the genus. Mycological Research 100:923-935
- SAS System Copyright 2002 by SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. All rights reserved.

- Stefanova M., Leiva A., Larrinaga L., Coronado M. F. 1999. Actividad metabólica de cepas de *Trichoderma spp* para el control de hongos fitopatógenos del suelo. Revista Facultad Agrónoma Luz. 16:509-516
- Stefanova, M. N. 1995. Producción y aplicación de *Trichoderma spp.* como antagonista de hongos fitopatógenos. Instituto de Sanidad vegetal. La Habana, Cuba. 78 p.
- Volcy, Ch. 1996. Importancia de los enemigos naturales de los hongos fitopatógenos. Revista Informativa Augura. 1:11-13.
- Walker, Ch. J. 1973. Patología vegetal. Ed. Omega S.A. Casanova Barcelona. Pp 291-302.
- Worasatit, N., Sivasithamaram, K., Ghisalberti, E. L., and Rowland, C. 1994. Variation in pyrone production, lytic enzymes and control of *Rhizoctonia* root of wheat among single-spore isolates of *Trichoderma koningii*. Mycological Research. 98:1357-1363.

Cervantes, F. M. 2005. Escuela Familiar Agraria CAMPOMAR
<http://www.infoagro.com/hortalizas/microorganismos>.

FAOSTAT 2005. El estado mundial de la agricultura y la alimentación.
http://www.fao.org/statistics/yearbook/vol_1_1/index.asp

Gómez, T. L., Gómez C. M. y Schwentesius R. R. 2004 Propuesta de Política de Apoyo para la Agricultura Orgánica de México. Revista Electrónica Latinoamericana En Desarrollo Sustentable.
http://vinculando.org/organicos/apoyo_agricultura_organica1.html

OCDE, 2003. Evaluación del desempeño ambiental: México. Organización para la Cooperación y Desarrollo. SEMARNAT.
<http://www.imacmexico.org/documentos/agricola.pdf>

Páez, B. O., Gonzalo, A. M. 2006. Uso agrícola del *Trichoderma*.
<http://www.barc.usda.gov/psi/bpdl/bpdlprod/bioprod.html>

Villegas, A. M. 2005 *Trichoderma pers*. Características generales y su potencial biológico en la agricultura sostenible.
<http://www.oriusbiotecnologia.com/site/index>.

APÉNDICE

Cuadro 1A. Sobrecrecimiento de las cepas de *Trichoderma* spp. Sobre las cepas Fo1, Fo2, Fo3, Fo4 de *Fusarium oxysporum*.

Tratamientos	Repeticiones	Fo1	Fo2	Fo3	Fo4
1	1	NC	NC	0.9	NC
1	2	NC	NC	0.8	NC
1	3	NC	NC	0.5	NC
1	4	NC	NC	0.8	NC
2	1	NC	NC	0.7	NC
2	2	NC	NC	0.5	NC
2	3	NC	NC	0.5	NC
2	4	NC	NC	0.7	NC
3	1	NC	NC	0.6	NC
3	2	NC	NC	0.6	NC
3	3	NC	NC	0.6	NC
3	4	NC	NC	0.5	NC
4	1	1.1	0.3	2	NC
4	2	1.1	0.4	2	NC
4	3	1.2	0.3	3	NC
4	4	1.1	0.3	2	NC
5	1	NC	NC	NC	NC
5	2	NC	NC	NC	NC
5	3	NC	NC	NC	NC
5	4	NC	NC	NC	NC
6	1	0.5	NC	NC	NC
6	2	0.6	NC	NC	NC
6	3	0.5	NC	NC	NC
6	4	0.5	NC	NC	NC
7	1	NC	NC	NC	NC
7	2	NC	NC	NC	NC
7	3	NC	NC	NC	NC
7	4	NC	NC	NC	NC
8	1	0.8	0.2	0.5	0.8
8	2	0.9	0.2	0.5	0.7
8	3	0.8	0.3	0.5	0.7
8	4	0.8	0.2	0.6	0.7
9	1	0.2	NC	NC	NC
9	2	0.2	NC	NC	NC
9	3	0.3	NC	NC	NC
9	4	0.2	NC	NC	NC
10	1	1.1	NC	0.5	NC
10	2	1.4	NC	0.5	NC
10	3	1.3	NC	0.6	NC
10	4	1.2	NC	0.5	NC
11	1	0.3	NC	NC	NC
11	2	0.3	NC	NC	NC
11	3	0.4	NC	NC	NC
11	4	0.3	NC	NC	NC
12	1	NC	NC	NC	NC
12	2	NC	NC	NC	NC
12	3	NC	NC	NC	NC
12	4	NC	NC	NC	NC

Continua

Continuación cuadro 1A

Tratamientos	Repeticiones	Fo1	Fo2	Fo3	Fo4
13	1	NC	0.8	NC	NC
13	2	NC	0.9	NC	NC
13	3	NC	0.8	NC	NC
13	4	NC	0.8	NC	NC
14	1	1.2	NC	1	NC
14	2	1.3	NC	0.9	0.5
14	3	1.2	NC	1	0.5
14	4	1.2	NC	0.9	0.5
15	1	1	NC	1.1	0.5
15	2	1.1	NC	0.9	NC
15	3	1	NC	1.1	NC
15	4	1	NC	0.9	NC
16	1	NC	NC	1.2	NC
16	2	NC	NC	1.1	NC
16	3	NC	NC	1.2	NC
16	4	NC	NC	1.1	NC
17	1	0.6	0.4	0	NC
17	2	0.5	0.4	0	NC
17	3	0.5	0.5	0	NC
17	4	0.6	0.4	0	NC
18	1	0.2	0	0.9	NC
18	2	0.2	0	0.9	NC
18	3	0.3	0	0.8	NC
18	4	0.2	0	0.8	NC
19	1	0	0	0.6	0.7
19	2	0	0	0.6	0.7
19	3	0	0	0.6	0.8
19	4	0	0	0.7	0.7
20	1	0.6	0.3	0.6	NC
20	2	0.5	0.3	0.7	NC
20	3	0.6	0.2	0.6	NC
20	4	0.5	0.3	0.6	NC
21	1	0.8	0.6	NC	NC
21	2	0.9	0.6	NC	NC
21	3	0.8	0.7	NC	NC
21	4	0.8	0.6	NC	NC
22	1	NC	1.1	NC	NC
22	2	NC	1.2	NC	NC
22	3	NC	1.1	NC	NC
22	4	NC	1.1	NC	NC
23	1	NC	NC	NC	NC
23	2	NC	NC	NC	NC
23	3	NC	NC	NC	NC
23	4	NC	NC	NC	NC
24	1	NC	NC	0.6	NC
24	2	NC	NC	0.7	NC
24	3	NC	NC	0.7	NC
24	4	NC	NC	0.6	NC
25	1	NC	NC	NC	NC
25	2	NC	NC	NC	NC
25	3	NC	NC	NC	NC

Continua

Continuación cuadro 1A

Tratamientos	Repeticiones	Fo1	Fo2	Fo3	Fo4
25	4	NC	NC	NC	NC
26	1	NC	NC	0.5	NC
26	2	NC	NC	0.4	NC
26	3	NC	NC	0.5	NC
26	4	NC	NC	0.4	NC
27	1	0.1	NC	0.5	NC
27	2	0.1	NC	0.4	NC
27	3	0.1	NC	NC	NC
27	4	0.2	NC	NC	NC
28	1	0.1	NC	NC	NC
28	2	0.1	NC	NC	NC
28	3	0.2	NC	NC	NC
28	4	0.2	NC	NC	NC
29	1	0.2	NC	NC	NC
29	2	0.1	NC	NC	NC
29	3	0.1	NC	NC	NC
29	4	0.2	NC	NC	NC
30	1	0.3	NC	NC	NC
30	2	0.3	NC	NC	NC
30	3	0.3	NC	NC	NC
30	4	0.4	NC	NC	NC
31	1	NC	NC	0.1	0.5
31	2	NC	NC	0.3	0.4
31	3	NC	NC	0.1	0.4
31	4	NC	NC	0.4	0.4

NC= Las cepas no presentaron sobrecrecimiento.

Cuadro 2A. Análisis de varianza para el sobrecrecimiento de las cepas de *Trichoderma* spp. Sobre las cepas Fo1 de *Fusarium oxysporum*.

Fuente	G.L.	S.C	C.M.	F - Valor	P>F
Modelo	30	20.51548387	0.68384946	368.68	<.0001
Error	93	0.17250000	0.00185484		
Total	123	20.68798387			

C.V. = 14.16555

Cuadro 3A. Análisis de varianza para el sobrecrecimiento de las cepas de *Trichoderma* spp. sobre las cepas Fo2 de *Fusarium oxysporum*.

F.V	G.L.	S.C	C.M.	F.	P>F
Modelo	30	9.10967742	0.30365591	537.90	<.0001
Error	93	0.05250000	0.00056452		
Total	123	9.16217742			

C.V. =19.25610

Cuadro 4A. Análisis de varianza para el sobrecrecimiento de las cepas de *Trichoderma* spp. sobre las cepas Fo3 de *Fusarium oxysporum*.

F.V	G.L.	S.C	C.M.	F.	P>F
Modelo	30	30.86548387	1.02884946	64.65	<.0001
Error	93	1.48000000	0.01591398		
Total	123	32.34548387			

C.V. =33.28229

Cuadro 5A. Análisis de varianza para el sobrecrecimiento de las cepas de *Trichoderma* spp. sobre las cepas Fo4 de *Fusarium oxysporum*.

F.V	G.L.	S.C	C.M.	F.	P>F
Modelo	30	4.82467742	0.16082258	37.63	<.0001
Error	93	0.39750000	0.00427419		
Total	123	5.22217742			

C.V. = 85.33460

Cuadro 6A. Días al contacto de *Trichoderma* spp. y *Furarium oxysporum*.

T	R	Fo1	Fo2	Fo3	F04
1	1	6	*	4	2
1	2	6	*	3	2
1	3	6	*	4	2
1	4	5	*	4	3
2	1	6	*	4	4
2	2	5	*	4	2
2	3	6	*	3	2
2	4	6	*	4	4
3	1	*	*	5	4
3	2	*	*	5	4
3	3	*	*	4	3
3	4	*	*	4	4
4	1	4	4	5	2
4	2	4	3	6	2
4	3	5	4	6	1
4	4	5	4	6	3
5	1	4	*	*	11
5	2	4	*	*	10
5	3	6	*	*	11
5	4	6	*	*	11
6	1	3	*	*	*
6	2	3	*	*	*
6	3	2	*	*	*
6	4	3	*	*	*
7	1	*	11	*	6
7	2	*	11	*	6
7	3	*	10	*	5
7	4	*	11	*	6
8	1	2	9	3	2
8	2	2	9	2	3

Continua

Continuación cuadro 6A

T	R	Fo1	Fo2	Fo3	F04
8	3	2	8	3	2
8	4	3	9	3	2
9	1	5	*	*	9
9	2	5	*	*	9
9	3	4	*	*	8
9	4	5	*	*	9
10	1	3	4	6	4
10	2	3	3	5	3
10	3	5	4	6	4
10	4	5	4	6	4
11	1	5	*	*	7
11	2	5	*	*	7
11	3	5	*	*	6
11	4	4	*	*	7
12	1	*	*	*	9
12	2	*	*	*	8
12	3	*	*	*	9
12	4	*	*	*	9
13	1	*	4	*	5
13	2	*	4	*	4
13	3	*	3	*	5
13	4	*	4	*	5
14	1	4	*	5	3
14	2	5	*	4	3
14	3	4	*	5	2
14	4	5	*	5	3
15	1	5	10	3	2
15	2	5	9	3	3
15	3	5	10	2	3
15	4	4	10	3	2
16	1	2	*	8	4
16	2	4	*	8	4
16	3	4	*	7	3
16	4	2	*	8	4
17	1	4	6	4	5
17	2	4	6	5	4
17	3	2	5	4	5
17	4	2	6	5	5
18	1	4	*	5	3
18	2	11	*	5	3
18	3	4	*	4	4
18	4	11	*	5	4
19	1	3	4	4	3
19	2	4	3	3	3
19	3	4	4	3	2
19	4	3	4	4	3
20	1	2	10	5	4
20	2	2	9	5	3
20	3	2	10	5	4
20	4	3	10	4	4
21	1	2	4	4	4
21	2	3	3	5	3
21	3	2	4	5	4
21	4	2	4	4	4
22	1	5	4	3	4
22	2	5	3	3	4

Continua

Continuación cuadro 6A

T	R	Fo1	Fo2	Fo3	F04
22	3	4	4	3	4
22	4	5	4	2	3
23	1	15	4	5	*
23	2	15	3	5	*
23	3	15	4	5	*
23	4	15	4	4	*
24	1	15	*	4	*
24	2	15	*	3	*
24	3	15	*	4	*
24	4	15	*	4	*
25	1	3	6	5	4
25	2	3	5	4	3
25	3	2	6	5	3
25	4	3	6	5	4
26	1	4	*	6	4
26	2	4	*	5	4
26	3	3	*	6	4
26	4	4	*	6	3
27	1	5	*	6	4
27	2	4	*	6	4
27	3	5	*	6	3
27	4	5	*	5	3
28	1	2	*	*	4
28	2	4	*	*	4
28	3	2	*	*	4
28	4	4	*	*	3
29	1	5	*	*	3
29	2	4	*	*	4
29	3	4	*	*	4
29	4	4	*	*	4
30	1	6	*	*	5
30	2	10	*	*	4
30	3	6	*	*	5
30	4	10	*	*	5
31	1	3	10	4	2
31	2	2	9	4	2
31	3	3	10	6	3
31	4	3	10	6	2

*= No hubo contacto entre el fitopatógeno y el antagonista.

Cuadro 7A. Análisis de varianza para los días al contacto de *Trichoderma* spp. y *Furarium oxysporum* cepa Fo1.

F.V	G.L.	S.C	C.M.	F.	P>F
Modelo	24	220.8600000	9.2025000	6.95	<.0001
Error	75	99.2500000	1.3233333		
Total	99	320.1100000			

C.V. 27.58662

Cuadro 8A. Análisis de varianza para los días al contacto de *Trichoderma* spp. y *Furarium oxysporum* cepa Fo2.

F.V	G.L.	S.C	C.M.	F.	P>F
Modelo	13	429.7142857	33.0549451	132.22	<.0001
Error	42	10.5000000	0.2500000		
Total	55	440.2142857			

C.V.= 8.092486

Cuadro 9A. Análisis de varianza para los días al contacto de *Trichoderma* spp. y *Furarium oxysporum* cepa Fo3.

F.V	G.L.	S.C	C.M.	F.	P>F
Modelo	20	116.5714286	5.8285714	18.36	<.0001
Error	63	20.0000000	0.3174603		
Total	83	136.5714286			

C.V.= 12.32517

Cuadro 10A. Análisis de varianza para los días al primer contacto de *Trichoderma* spp. y *Furarium oxysporum* cepas Fo4.

F.V	G.L.	S.C	C.M.	F.	P>F
Modelo	27	488.5000000	18.0925926	57.35	<.0001
Error	84	26.5000000	0.3154762		
Total	111	515.0000000			

C.V.= 13.21583

Cuadro 11A. Datos de la evaluación de la actividad fungistática de los componentes volátiles *Trichoderma* sobre el crecimiento de *Fusarium oxysporum*.

Tratamientos	Repeticiones	Fo1	Fo2	Fo3	Fo4
1	1	5.5	8.7	5.0	6.5
1	2	5.8	8.7	5.3	6.6
1	3	5.6	8.7	5.1	6.7
2	1	6	5.8	7.6	6.0
2	2	6.3	5.5	7.5	6.0
2	3	6.1	5.8	7.5	6.1
3	1	7.3	4.0	5.5	6.3
3	2	7.2	4.2	5.6	6.2
3	3	7.0	4.0	5.7	6.0
4	1	6.5	6.0	7.1	7.4
4	2	6.5	6.3	7.0	7.5
4	3	6.7	6.1	7.0	7.5
5	1	7.5	7.1	6.9	7.0
5	2	7.6	7.0	7.0	6.9

Continua

Continuación cuadro 11A

Tratamientos	Repeticiones	Fo1	Fo2	Fo3	Fo4
5	3	7.5	7.0	7.0	6.8
6	1	7.5	7.5	7.5	6.5
6	2	7.3	7.6	7.4	6.4
6	3	7.5	7.5	7.3	6.6
7	1	6.5	7.4	7.0	7.0
7	2	6.6	7.5	7.2	6.9
7	3	6.7	7.5	7.3	7.0
8	1	7.5	6.4	6.6	6.0
8	2	7.6	6.5	6.5	6.1
8	3	7.5	6.5	6.7	6.0
9	1	7.5	6.6	7.5	7.5
9	2	7.7	6.5	7.4	7.4
9	3	7.5	6.5	7.5	7.3
10	1	7.0	5.3	5.0	5.9
10	2	7.3	5.2	5.3	6.0
10	3	7.2	5.0	5.2	6.0
11	1	8.7	8.7	8.7	8.7
11	2	8.7	8.7	8.7	8.7
11	3	8.7	8.7	8.7	8.7

Cuadro 12A. Análisis de varianza para la evaluación de la actividad fungistática de los componentes volátiles de *Trichoderma* spp. sobre el crecimiento de *Fusarium oxysporum* cepa Fo1.

F.V	G.L.	S.C	C.M.	F.	P>F
Modelo	10	20.67878788	2.06787879	151.64	<.0001
Error	22	0.30000000	0.01363636		
Total	32	20.97878788			

C.V. 1.646121

Cuadro 13A. Análisis de varianza para la evaluación de la actividad fungistática de los componentes volátiles de *Trichoderma* spp. sobre el crecimiento de *Fusarium oxysporum* cepas F02.

F.V	G.L.	S.C	C.M.	F.	P>F
Modelo	10	60.23575758	6.02357576	621.18	<.0001
Error	22	0.21333333	0.00969697		
Total	32	60.44909091			

C.V. 1.473748

Cuadro 14A. Análisis de varianza para la evaluación de la actividad fungistática de los componentes volátiles de *Trichoderma* spp. sobre el crecimiento de *Fusarium oxysporum* cepa Fo3.

F.V	G.L.	S.C	C.M.	F.	P>F
Modelo	10	36.28303030	3.62830303	352.16	<.0001
Error	22	0.22666667	0.01030303		
Total	32	36.50969697			

C.V. 1.493369

Cuadro 15A. Análisis de varianza para la evaluación de la actividad fungistática de los componentes volátiles *Trichoderma* spp. sobre el crecimiento de *Fusarium oxysporum* cepa Fo4.

F.V	G.L.	S.C	C.M.	F.	P>F
Modelo	10	20.55878788	2.05587879	282.68	<.0001
Error	22	0.16000000	0.00727273		
Total	32	20.71878788			

C.V. 1.255241

Cuadro 16A. Inhibición ejercida por el antagonista a las cepas de *Fusarium oxysporum* en PDA con extractos de *Trichoderma* spp. a una concertación de 200 μ a los 12 días de incubación.

Tratamiento 200 μ	Repeticiones	Fo1	Fo2	Fo3	Fo4
1	1	8.7	5	5.5	6.5
1	2	8.6	4.9	5.4	6.4
1	3	8.7	4.9	5.4	6.5
2	1	6.0	5.0	6.0	5.5
2	2	5.9	5.0	5.9	5.4
2	3	6.0	4.9	6.0	5.5
3	1	5.5	5.0	6.5	6.0
3	2	5.4	4.9	6.4	5.9
3	3	5.5	5.0	6.4	6.0
4	1	6.5	5.5	5.5	6.5
4	2	5.4	5.4	5.4	6.4
4	3	6.5	5.5	5.4	6.5
5	1	8.7	8.7	8.6	8.7
5	2	8.7	8.6	8.7	8.6
5	3	8.6	8.7	8.7	8.7

Cuadro 17A. Análisis de varianza para porcentaje de inhibición ejercida por el antagonista a la cepa Fo1 de *Fusarium oxysporum* en PDA con extractos de *Trichoderma* spp. a una concertación de 200 μ a los 12 días de incubación.

F.V	G.L.	S.C	C.M.	F.	P>F
Modelo	4	29.17066667	7.29266667	87.51	<.0001
Error	10	0.83333333	0.08333333		
Total	14	30.00400000			

C.V. 4.135747

Cuadro 18A. Análisis de varianza para porcentaje de inhibición ejercida por el antagonista a la cepa Fo2 de *Fusarium oxysporum* en PDA con extractos de *Trichoderma* spp. a una concertación de 200 μ a los 12 días de incubación.

F.V	G.L.	S.C	C.M.	F.	P>F
Modelo	4	31.40666667	7.85166667	2355.50	<.0001
Error	10	0.03333333	0.00333333		
Total	14	31.44000000			

C.V. 0.995431

Cuadro 19A. Análisis de varianza para porcentaje de inhibición ejercida por el antagonista a la cepa Fo3 de *Fusarium oxysporum* en PDA con extractos de *Trichoderma* spp. a una concertación de 200 μ a los 12 días de incubación.

F.V	G.L.	S.C	C.M.	F.	P>F
Modelo	4	21.58400000	5.39600000	1618.80	<.0001
Error	10	0.03333333	0.00333333		
Total	14	21.61733333			

C.V. 0.903993

Cuadro 20A. Análisis de varianza para porcentaje de inhibición ejercida por el antagonista a la cepa Fo4 de *Fusarium oxysporum* en PDA con extractos de *Trichoderma* spp. a una concertación de 200 μ a los 12 días de incubación.

F.V	G.L.	S.C	C.M.	F.	P>F
Modelo	4	17.97600000	4.49400000	1348.20	<.0001
Error	10	0.03333333	0.00333333		
Total	14	18.00933333			

C.V. 0.873890

Cuadro 21. Inhibición ejercida por el antagonista a las cepas de *Fusarium oxysporum* en PDA con extractos de *Trichoderma* spp. a una concertación de 500 μ a los 12 días de incubación.

Tratamiento 500 μ	Repeticiones	Fo1	Fo2	Fo3	Fo4
1	1	8.7	5.0	6.0	6.0
1	2	8.7	4.9	5.9	6.0
1	3	8.6	5.0	6.0	5.9
2	1	6.0	5.0	6.0	6.0
2	2	5.9	4.9	5.9	6.0
2	3	6.0	4.9	6.0	5.9
3	1	7.0	5.5	6.5	6.0
3	2	7.0	5.4	6.4	6.0
3	3	6.9	5.4	6.5	5.9
4	1	6.5	5.5	5.5	6.0
4	2	6.4	5.5	5.4	5.9
4	3	6.5	5.4	5.4	6.0
5	1	8.7	8.7	8.6	8.7
5	2	8.7	8.6	8.7	8.6
5	3	8.6	8.7	8.7	8.7

Cuadro 22A. Análisis de varianza para porcentaje de inhibición ejercida por el antagonista a la cepa Fo1 de *Fusarium oxysporum* en PDA con extractos de *Trichoderma* spp. a una concertación de 500 μ a los 12 días de incubación.

F.V	G.L.	S.C	C.M.	F.	P>F
Modelo	4	18.92400000	4.73100000	1419.30	<.0001
Error	10	0.03333333	0.00333333		
Total	14	18.95733333			

C.V. . 0.785867

Cuadro 23A. Análisis de varianza para porcentaje de inhibición ejercida por el antagonista a la cepa Fo2 de *Fusarium oxysporum* en PDA con extractos de *Trichoderma* spp. a una concertación de 500 μ a los 12 días de incubación.

F.V	G.L.	S.C	C.M.	F.	P>F
Modelo	4	29.59600000	7.39900000	2219.70	<.0001
Error	10	0.03333333	0.00333333		
Total	14	29.62933333			

C.V. 0.979667

Cuadro 24A. Análisis de varianza para porcentaje de inhibición ejercida por el antagonista a la cepa Fo3 de *Fusarium oxysporum* en PDA con extractos de *Trichoderma* spp. a una concertación de 200 μ a los 12 días de incubación.

F.V	G.L.	S.C	C.M.	F.	P>F
Modelo	4	19.20666667	4.80166667	1440.50	<.0001
Error	10	0.03333333	0.00333333		
Total	14	19.24000000			

C.V. 0.888231

Cuadro 25A. Análisis de varianza para porcentaje de inhibición ejercida por el antagonista a la cepa Fo4 de *Fusarium oxysporum* en PDA con extractos de *Trichoderma* spp. a una concertación de 500 μ a los 12 días de incubación.

F.V	G.L.	S.C	C.M.	F.	P>F
Modelo	4	17.49600000	4.37400000	1312.20	<.0001
Error	10	0.03333333	0.00333333		
Total	14	17.52933333			

C.V. 0.887321

Cuadro 26A. Inhibición ejercida por el antagonista a las cepas de *Fusarium oxysporum* en PDA con extractos de *Trichoderma* spp. a una concertación de 1000 μ a los 12 días de incubación.

Tratamiento 1000 μ	Repeticiones	Fo1	Fo2	Fo3	Fo4
1	1	8.7	6.0	6.5	6.0
1	2	8.6	5.9	6.5	5.9
1	3	8.6	6.0	6.4	5.9
2	1	7.0	5.0	6.0	6.0
2	2	6.9	4.9	6.0	6.0
2	3	7.0	5.0	6.1	5.9
3	1	7.5	5.0	7.0	7.0
3	2	7.4	4.9	6.9	7.0
3	3	7.5	5.0	7.0	6.9
4	1	6.0	5.5	6.5	6.0
4	2	5.9	5.4	6.4	5.9
4	3	6.0	5.5	6.5	6.0
5	1	8.7	8.7	8.6	8.7
5	2	8.7	8.6	8.7	8.6
5	3	8.6	8.7	8.7	8.7

Cuadro 27A. Análisis de varianza para porcentaje de inhibición ejercida por el antagonista a la cepa Fo1 de *Fusarium oxysporum* en PDA con extractos de *Trichoderma* spp. a una concertación de 1000 μ a los 12 días de incubación.

F.V	G.L.	S.C	C.M.	F.	P>F
Modelo	4	15.82266667	3.95566667	1186.70	<.0001
Error	10	0.03333333	0.00333333		
Total	14	15.85600000			

C.V. 0.765717

Cuadro 28A. Análisis de varianza para porcentaje de inhibición ejercida por el antagonista a la cepa Fo2 de *Fusarium oxysporum* en PDA con extractos de *Trichoderma* spp. a una concertación de 1000 μ a los 12 días de incubación.

F.V	G.L.	S.C	C.M.	F.	P>F
Modelo	4	28.59600000	7.14900000	2144.70	<.0001
Error	10	0.03333333	0.00333333		
Total	14	28.62933333			

C.V. 0.961182

Cuadro 29A. Análisis de varianza para porcentaje de inhibición ejercida por el antagonista a la cepa Fo3 de *Fusarium oxysporum* en PDA con extractos de *Trichoderma* spp. a una concertación de 1000 μ a los 12 días de incubación.

F.V	G.L.	S.C	C.M.	F.	P>F
Modelo	4	12.75066667	3.18766667	956.30	<.0001
Error	10	0.03333333	0.00333333		
Total	14	12.78400000			

C.V. 0.834321

Cuadro 30A. Análisis de varianza para porcentaje de inhibición ejercida por el antagonista a la cepa Fo4 de *Fusarium oxysporum* en PDA con extractos de *Trichoderma* spp. a una concertación de 1000 μ a los 12 días de incubación.

F.V	G.L.	S.C	C.M.	F.	P>F
Modelo	4	16.80666667	4.20166667	1260.50	<.0001
Error	10	0.03333333	0.00333333		
Total	14	16.84000000			

C.V. 0.861717

Cuadro 31A. Dinámica de crecimiento de *Trichoderma* spp. y *Fusarium oxysporum* cepa Fo1, Fo2, Fo3, Fo4 a los 12 días después de la siembra en papa-dextrosa-agar.

	T	Fo1	I	T	Fo2	I	T	Fo3	I	T	Fo4	I
1	4.35	3.425	0	4.55	3.25	0.55	5.275	3.875	0	4.450	4.125	0
2	4.25	3.65	0	4.15	2.975	0.425	5.2	4.15	0	4.150	4.075	0
3	4.25	3.45	0.3	4.3	4.25	0.425	5.025	3.75	0	4.150	3.95	0
4	4.025	4.2	0	4.575	4.05	0	6.925	4.00	0	4.550	3.925	0
5	3.8	4.4	0	3.975	3.9	0.45	3.825	4.13	0.35	4.050	4.25	0.15
6	3.95	4.05	0	4.025	3.95	0.475	3.775	4.1	0.275	3.750	4.25	0.35
7	3.925	3.95	0.1	3.95	4.025	0.2	3.85	4.15	0.225	3.850	4.4	0
8	5.075	4.45	0	4.575	3.55	0.225	5.025	3.95	0	5.275	3.95	0
9	3.775	4.45	0	3.55	3.95	0.475	3.9	3.775	0.3	3.825	3.95	0.15
10	4.45	3.95	0	4.35	3.95	0	4.95	3.45	0	4.300	3.925	0
11	3.975	4.5	0	4.1	4.15	0.45	3.675	3.5	0.425	4.000	4.375	0
12	3.8	3.45	0.55	4.125	3.05	0.725	3.75	3.65	0.45	3.950	3.9	0.15
13	4.1	3.5	0.15	4.875	3.375	0	4.25	3.650	0.225	4.200	4.325	0
14	4.45	4.45	0	4.05	3.45	0.475	5.4	3.575	0	4.825	4.35	0
15	4.175	4.325	0	4.5	3.65	0.25	5.65	3.600	0	4.575	4.075	0
16	4.425	4.25	0	4.025	3.95	0.25	5.7	3.675	0.075	4.450	4.1	0
17	4.35	4.45	0	4.775	3.65	0	4.25	3.725	0	4.550	3.95	0
18	4.45	3.95	0	4.525	3.95	0.175	5.3	3.6	0	4.450	4.125	0
19	5.075	3.85	0	4.025	3.9	0	5.375	3.43	0	5.225	4	0
20	4.45	4.025	0	4.8	3.825	0.15	5.125	3.78	0	4.050	4.45	0
21	3.575	4.4	0	5.6	3.65	0	4.65	3.88	0	3.550	4.4	0
22	3.975	4.15	0	5.3	3.9	0	4.15	3.95	0	3.850	4.45	0
23	3.45	3.8	0.3	4.05	3.9	0	4.45	3.725	0	3.850	4.425	0.15
24	3.15	4.05	0.725	3.6	3.35	0.525	5	4.025	0	3.300	4.075	0.35
25	4.475	4.35	0	4.45	3.65	0	4.4	3.775	0	4.450	3.825	0
26	3.95	4.4	0	4.1	3.575	0.55	4.177	3.725	0.375	4.025	4.275	0
27	4.05	4.55	0	4.1	4.25	0.35	4.05	3.775	0.45	4.500	4.175	0
28	3.95	4.5	0	4.05	3.95	0.2	3.875	3.8	0.35	4.200	4.275	0
29	4.05	4.35	0	3.95	3.95	0.425	3.95	3.65	0.425	4.150	4.275	0
30	4.05	4.45	0.05	3.95	3.95	0.475	4.125	3.65	0.45	4.550	4.25	0
31	4.925	3.85	0	4.55	3.6	0.4	4.725	3.70	0	4.975	4.225	0