

Efectividad de *Trichoderma* spp. sobre el crecimiento micelial de fitopatógenos de suelo en plato Petri

Socorro García, Juan Moya, Elpidio Avilés, Feliciano Andújar y Pedro Núñez

Abstract

Most of the Crops in greenhouses show problems of root diseases caused by fungi. Most producers manage these problems using synthetic chemical pesticides. This can cause resistance, environmental pollution and toxicity. In search of alternatives for biological control, *Trichoderma* strains of soil and roots in greenhouses substrates were isolated. This study was conducted to evaluate the effectiveness of these strains of *Trichoderma* spp. as antagonists of the phytopathogenic soil *F. solani*, *P. capsici*, *R. solani* and *S. rolfsii*. The study was conducted during the period April 2011 to March 2012 at Plant Protection laboratory of IDIAF in Mata Larga, San Francisco de Macoris. 85 *Trichoderma* isolates the phytopathogens were isolated from roots of diseased plants in greenhouses. Both groups of isolated were faced in dual culture for eight days in Petri dishes. The research was conducted in several experiments, in all were used a completely randomized design with three replications. Radial mycelial growth (CMR) was measured at 24, 48, 72, 96, 168 and 192 hours, and the reduction of mycelial growth (antagonism) caused by *Trichoderma* on the phytopathogenic was evaluated at 192 hours. 61 *Trichoderma* isolates with high antagonism against *Fusarium*, 78 against *Phytophthora*, 70 against *Rhizoctonia* and were found 39 against *Sclerotium*. In the molecular identification of 17 isolates were found the species *T. asperellum*, *T. harzianum* and *T. logibrachiatum*. We recommend conduct trials efficiency on greenhouse field.

Keywords: Antagonism, biological control, phytopathogenic

Resumen

Los cultivos en invernaderos presentan problemas de enfermedades radiculares causadas por hongos. La mayoría de los productores manejan estos problemas con plaguicidas químico-sintéticos. Esto puede provocar resistencia, contaminación ambiental y toxicidad. En búsqueda de alternativas para el control biológico, en trabajo previo, se aislaron cepas de *Trichoderma* de suelos, sustratos y raíces en invernaderos. Este estudio se realizó para evaluar la efectividad de esas cepas de *Trichoderma* spp. como antagonistas de los fitopatógenos de suelo *F. solani*, *P. capsici*, *R. solani* y *S. rolfsii*. El estudio se realizó durante el período abril, 2011 a marzo, 2012, en el laboratorio de Protección Vegetal del IDIAF, en Mata Larga, San Francisco de Macoris. Se utilizaron 85 aislados de *Trichoderma*. Los fitopatógenos se aislaron de raíces de plantas enfermas en invernaderos. Ambos grupos de aislados se enfrentaron en cultivo dual por ocho días en platos Petri. La investigación se desarrolló con varios experimentos, en todos se utilizó un diseño completamente al azar, con tres repeticiones. Se midió el crecimiento micelial radial (CMR) a las 24, 48, 72, 96, 168 y 192 horas, y se evaluó la reducción del crecimiento micelial (antagonismo) causada por *Trichoderma* sobre los fitopatógenos a las 192 horas. Se encontraron 61 aislados de *Trichoderma* con antagonismo alto contra *Fusarium*, 78 contra *Phytophthora*, 70 contra *Rhizoctonia* y 39 contra *Sclerotium*. En la identificación molecular de 17 aislados se encontraron las especies *T. asperellum*, *T. harzianum* y *T. logibrachiatum*. Se recomienda realizar pruebas de eficacia a nivel de invernadero y/o campo.

Palabras clave: Antagonismo, control biológico, fitopatógenos

INTRODUCCIÓN

En la República Dominicana actualmente existen 540 hectáreas dedicadas a la producción de vegetales bajo ambiente protegido (invernaderos). Estas estructuras son dedicadas principalmente a la siembra de ajíes (70%), tomates (10%), pepinos (15%) y hierbas aromáticas (5%) (Promefrin, 2011). En el año 2014 la producción estimada de los invernaderos en el país fue de 31.77 mil toneladas de vegetales, de las cuales 21.27 mil toneladas se exportaron y generaron US\$ 52.8 millones; el resto se comercializó internamente y generó RD\$ 449 millones (Promefrin, 2014).

Los cultivos en invernaderos presentan problemas de enfermedades radiculares causadas por hongos y oomicetos de suelo, las cuales pueden reducir los rendimientos de manera importante si no se toman de manera oportuna las medidas adecuadas de manejo. Hubert (2008) reportó la presencia de *Fusarium* (100%), *Phytophthora* (50%) y *Rhizoctonia* (41.5%) en el agua de riego y en los sustratos utilizados en invernaderos de San José de Ocoa. La mayoría de los productores manejan estos problemas con la aplicación de plaguicidas químico-sintéticos. Esto puede provocar resistencia de los patógenos a los productos utilizados, contaminación ambiental y toxicidad.

¹ Estación Experimental Mata Larga, Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf).

Los hongos fitopatógenos pueden ser controlados mediante varios métodos, entre los que se encuentra el control biológico. El uso de hongos antagonistas *Trichoderma* spp. es una de las estrategias más promovidas para el control biológico de microorganismos fitopatógenos del suelo (Cholango 2009).

El control biológico de hongos fitopatógenos con *Trichoderma* permite obtener alimentos inocuos, lo cual evita el rechazo en los mercados internacionales que cada día son más demandantes de productos libres de plaguicidas sintéticos (García *et al.* 2006). También, con el control biológico se puede reducir la contaminación de las aguas, la degradación de los suelos y del medio ambiente, en general. Además, se disminuye el riesgo para la salud de las personas en el invernadero, se disminuyen los costos de producción.

El éxito del control biológico puede depender de la utilización de microorganismos antagonistas aislados de lugares donde no se presenta la enfermedad o donde se presenta con baja intensidad. La utilización de estas cepas (nativas) de *Trichoderma* spp. podría ser ventajosa en comparación con las introducidas, ya que las nativas están adaptadas a las condiciones ecológicas del suelo, mientras que las introducidas corren el riesgo de no adaptarse. Además, el uso de las cepas nativas puede dar origen a la creación de microempresas nacionales, con lo cual se podría dinamizar la economía agrícola y se ahorrarían divisas por la no importación de productos formulados de estos hongos.

La efectividad de *Trichoderma* en el control de hongos fitopatógenos en laboratorio, invernadero y campo ha sido reportada por varios investigadores (Harman 2006, Stefanova 2007, Samuels 2004 y Moya y García (2009)). Cepas de *Trichoderma* redujeron significativamente ($p \leq 0.01$) el crecimiento micelial de *Phytophthora capsici* Leonian *in vitro* entre 45 y 51% (Guigón y González 2003). Asimismo, cepas de *Trichoderma* redujeron significativamente el crecimiento micelial de *Fusarium solani*, *Phytophthora* spp., *Pythium* spp., *Rhizoctonia* spp. y *Sclerotium rolfsii* Sacc. en platos de Petri (Moya *et al.* 2003). Moya y Andújar (2004) reportaron que *Trichoderma* sp. (cepa TM1) redujo 74% la mortalidad de plántulas de pimienta (*Piper nigrum* L.) inoculadas con *Phytophthora capsici* Leonian en invernadero.

Biopreparados de *Trichoderma* spp. redujeron significativamente el mal del talluelo (Damping-off) causado por *Phytophthora* spp., *Rhizoctonia solani* Kuhn, *Pythium aphanidermatum* Edson, *S. rolfsii* y *Fusarium* spp. *in vitro*, en condiciones semicontroladas y en campo (Stefanova y Sandoval 1995). *Trichoderma harzianum* Dastur (cepa A34) mostró buena efectividad en el control de enfermedades causadas por *Phytophthora parasitica* Dastur, *P. capsici* y *R. solani* en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y ají (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de laboratorio y campo (Sandoval *et al.* 1995).

En búsqueda de alternativas para el control biológico, en trabajo previo, se aislaron cepas de *Trichoderma* procedentes de suelos, sustratos y raíces de cultivos y malezas en invernaderos de las provincias La Vega, San José de Ocoa y Espaillat (Moya *et al.* 2014). Este estudio se realizó para evaluar la efectividad de esas cepas de *Trichoderma* spp. como antagonistas de los fitopatógenos de suelo *F. solani*, *P. capsici*, *R. solani* y *S. rolfsii*, en plato Petri.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó durante el período abril 2011 a marzo 2012, en el laboratorio de Protección Vegetal del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf) en Mata Larga, San Francisco de Macorís, provincia Duarte. Se utilizaron 85 aislados de *Trichoderma* y cuatro fitopatógenos (*F. solani*, *P. capsici*, *R. solani* y *S. rolfsii*). De los aislados de *Trichoderma*, 48 son provenientes de invernaderos en donde no se han utilizado productos con *Trichoderma*, 12 provienen de invernaderos donde se ha usado *Trichoderma*, y 25 no se sabe si se ha aplicado o no *Trichoderma* (Tabla 1). Los fitopatógenos se aislaron de las raíces de plantas enfermas en invernaderos de las provincias La Vega, Hermanas Mirabal y Espaillat.

Los aislados de *Trichoderma* y los fitopatógenos se cultivaron por separado en medio PDA (Papa Dextrosa Agar) durante cinco días en la oscuridad a 28 ± 2 °C. A los cinco días se tomaron del borde de la colonia de ambos grupos de aislados, discos de micelio de 2 mm de diámetro y se enfrentaron en cultivo dual por ocho días, en medio de cultivo PDA. Los cultivos se realizaron en platos Petri de 86 mm de diámetro.

La investigación se desarrolló en dos etapas: 1) enfrentamiento de aislados de *Trichoderma* contra *F. solani*, *R. solani* y *S. rolfsii*, y 2) enfrentamiento de aislado de *Trichoderma* contra *P. capsici*. Por razones de espacio en el laboratorio, en la primera etapa los 85 aislados de *Trichoderma* se enfrentaron a los fitopatógenos *F. solani*, *R. solani* y *S. rolfsii* en once experimentos por separado. Asimismo, en la segunda etapa *P. capsici* fue enfrentado a los 85 aislados de *Trichoderma* en nueve experimentos. En cada experimento se enfrentaron por lo general 10 aislados de *Trichoderma* contra los fitopatógenos.

En todos los experimentos se utilizó un diseño completamente al azar, con tres repeticiones. Los tratamientos estuvieron formados por cada uno de los fitopatógenos enfrentados individualmente contra cada aislado de *Trichoderma* utilizados en cada experimento. Además, se incluyeron tratamientos testigos que consistieron en el cultivo individual de los aislados (*Trichoderma* y fitopatógenos) utilizados en cada experimento.

Se midió el crecimiento micelial radial (CMR) en milímetro a las 24, 48, 72, 96, 168 y 192 horas del enfrentamiento de las colonias, determinando la longitud desde el borde del disco sembrado hasta el borde de la colonia en crecimiento. Con el CMR se evaluó la reducción del crecimiento micelial (nivel de antagonismo, supresión o inhibición) de *Trichoderma* sobre los fitopatógenos, en porcentaje. Para esto se utilizó la fórmula de Abbott (1925), modificada: $((Cpt-CpT)/Cpt) \times 100$, donde: Cpt = crecimiento del patógeno en el testigo, CpT= crecimiento del patógeno enfrentado con *Trichoderma*. El antagonismo de los aislados de *Trichoderma* sobre los fitopatógenos se clasificó desde nulo a muy alto, según la escala cualitativa presentada en la Tabla 2.

La variable estudiada se analizó con el programa estadístico Infostat versión 2009. Se realizó análisis de va-

rianza no paramétrica de Kruskal-Wallis ($p \leq 0.05$). Para cada etapa de la investigación se analizó estadísticamente la temperatura de incubación, y en los experimentos en que esta no mostró diferencias significativas los resultados se analizaron agrupados. En la etapa 1, las temperaturas de incubación promedio, mínima y máxima fueron 28.7, 25.0 y 32.0°C., respectivamente; mientras que, en la etapa 2 fueron 24.5, 22.0 y 28.0 °C., respectivamente.

Para fines de identificación molecular (ADN) se seleccionaron en una primera etapa 18 aislados de *Trichoderma*, por presentar antagonismo alto contra uno o varios de los fitopatógenos, y por provenir de diferentes localidades del país con diferentes altitudes y condiciones climáticas. Se escogieron doce aislados provenien-

Tabla 1. Aislados de *Trichoderma* según procedencia de invernaderos que utilizan, no utilizan y que no se sabe si utilizan productos con *Trichoderma*.

No utiliza					Utiliza		No se sabe		
T1A	T3A	T17A	T22C	T28A	T21A	T34A	T7A	T15B	T37C
T1B	T3B	T17B	T22D	T28B	T29A	T35A	T7B	T16A	T37D
T1C	T4A	T18A	T22E	T28C	T29B		T8A	T16B	T37E
T1D	T4B	T19A	T22F	T28D	T29C		T9A	T16C	T37F
T2A	T4C	T19B	T23B	T31A	T30A		T9B	T26A	T37G
T2B	T5A	T19C	T24A	T31B	T30B		T9C	T26B	
T2C	T6A	T20A	T24B	T31C	T30C		T12A	T26C	
T2D	T6B	T20B	T25A	T31D	T32A		T13A	T36A	
T2E	T10A	T22A	T25B		T33A		T14A	T37A	
T2F	T11A	T22B	T27A		T33B		T15A	T37B	

Tabla 2. Escala cualitativa para determinar la efectividad antagonista (antagonismo) de *Trichoderma* sobre los fitopatógenos según la reducción del crecimiento micelial.

Grado	Antagonismo	Reducción del crecimiento micelial de <i>Trichoderma</i> sobre el fitopatógeno (%)
0	Nulo	≤ 0
1	Bajo	1-25
2	Moderado	26-65
3	Alto	66-85
4	Muy alto	≥ 86

tes de invernaderos que no han utilizado *Trichoderma* y seis de invernaderos que no se sabe si han utilizado *Trichoderma*, Tabla 3.

Los aislados se cultivaron en PDA por 24 horas, en la oscuridad y a temperatura de 26 a 32 °C. En ambiente aséptico se tomaron fragmentos de micelios y se colocaron en cartillas (FTA® Classic Card, Whatman®) y se enviaron a Estados Unidos de América (EEUU) donde se les hizo análisis de secuencias (ITS rADN).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis estadísticos arrojaron diferencias significativas en la reducción del crecimiento micelial de los fitopatógenos en cada uno de los experimentos a las 192 horas (tablas 5-18). En promedio el 92% de los aislados de *Trichoderma* fueron efectivos en el control de los fitopatógenos en platos Petri, ya que principalmente mostraron niveles de antagonismo desde moderado a muy alto contra los fitopatógenos; por lo que, fueron considerados aislados promisorios para el manejo de *F. solani*, *P. capsici*, *R. solani* y *S. rolfii* bajo condiciones de invernadero y/o campo.

Se encontraron 61 aislados (71.8%) de *Trichoderma* con antagonismo alto contra *Fusarium*, 78 aislados (91.8%) antagonistas contra *Phytophthora*, 70 aislados (82.3%) antagonistas contra *Rhizoctonia* y 39 aislados (45.9%) antagonistas contra *Sclerotium*. Dos aislados (2.3%) mostraron antagonismo muy alto, contra *Phytophthora*.

Los valores de antagonismo más bajos se encontraron con *Sclerotium*, en donde cuatro (4.7%) aislados de *Trichoderma* mostraron antagonismo nulo, y diecinueve (22.3%) presentaron antagonismo bajo, Tabla 4.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Guigón y González (2003) quienes reportaron que cepas nativas de *Trichoderma* mostraron buena actividad antagónica *in vitro* sobre el crecimiento de *P. capsici*. De igual modo, concuerdan con los resultados de Reyes *et al.* (2008) quienes reportan que aislados de *Trichoderma* mostraron *in vitro* alta capacidad antagónica contra *Rhizoctonia* sp. (cepa 304-11). Estos resultados también son similares a los reportados por Corrêa *et al.* (2007) quienes al trabajar con cepas de *Trichoderma* en el control de *Sclerotium rolfii* Sacc., encontraron reducciones del crecimiento en la proporción de 18.97 hasta 44.12%, y también hallaron que algunas cepas de *Trichoderma* aparentemente no tuvieron efecto antagonista sobre *S. rolfii*.

Los aislados T29C, T25A y T2D, presentaron los mayores porcentajes de reducción del crecimiento micelial de *F. solani*, con valores de 82.1%, 82.1% y 81.8% respectivamente (Tablas 5, 9 y 12, Figura 1). Así mismo, los aislados T33B, T11A y T31A, frente a *P. capsici*, con valores de 87.7%, 86.0% y 84.3% respectivamente, Tablas 15 y 17, Figura 2. De igual modo, T33A, T34A y T16B, los cuales redujeron 83.4%, 83.4% y 79.5%, respectivamente el crecimiento micelial de *R. solani*. Tablas 8 y 11, Figura 3, y los aislados T7A, T22C y T23B

Tabla 3. Aislados de *Trichoderma* identificados molecularmente según la procedencia de invernaderos que no utilizan y no se sabe si utilizan productos con *Trichoderma*.

	Invernadero					
	No utiliza			No se sabe si utiliza		
Aislados	T1A	T6B	T19B	T27A	T7A	T16B
	T1D	T10A	T22C	T28A	T12A	T36A
	T2F	T11A	T25B	T31C	T13A	T37B

Tabla 4. Número de aislados de *Trichoderma* según el nivel de antagonismo contra los fitopatógenos. (Valores en unidades).

Nivel de Antagonismo	Fitopatógeno			
	<i>Fusarium</i>	<i>Phytophthora</i>	<i>Rhizoctonia</i>	<i>Sclerotium</i>
Nulo	0	0	0	4
Bajo	1	0	0	19
Moderado	23	5	15	23
Alto	61	78	70	39
Muy alto	0	2	0	0
Total	85	85	85	85

Las cepas que presentaron antagonismo moderado a muy alto son promisorias.

Tabla 5. Porcentajes de reducción del crecimiento micelial de *Fusarium* (F), *Rhizoctonia* (R) y *Sclerotium* (S), a las 192 horas, según tratamiento con los aislados de *Trichoderma* en el experimento 1.

Trat.	N	Reduc. Crecim. Micelial (%)			D.E.	H	p	
		Media	Mín.	Máx.				
T2E-S	3	12.40	6.30	23.10	9.30	a	46.75	0.0193
T1D-S	3	64.20	60.90	69.20	4.40	ab		
T2C-S	3	65.27	62.50	67.70	2.62	abc		
T1C-S	3	66.83	65.60	67.70	1.10	abcd		
T1B-S	3	67.37	67.20	67.70	0.29	abcde		
T2F-S	3	67.37	65.60	70.30	2.56	abcde		
T1A-S	3	68.40	67.20	69.20	1.06	abcdef		
T2B-S	3	68.93	68.80	69.20	0.23	abcdef		
T1C-F	3	68.67	64.70	75.90	6.27	abcdef		
T2D-S	3	68.87	62.50	78.50	8.49	abcdef		
T2A-S	3	69.43	67.20	70.80	1.95	abcdef		
T2C-R	3	70.50	68.80	71.90	1.57	abcdef		
T1B-R	3	71.00	70.30	71.90	0.82	abcdefg		
T2B-F	3	69.27	58.80	75.90	9.17	abcdefg		
T2F-R	3	71.50	69.20	73.40	2.13	bcdefg		
T2B-R	3	72.03	70.80	73.40	1.31	bcdefg		
T2C-F	3	73.53	64.70	82.80	9.06	bcdefg		
T1A-F	3	73.53	64.70	82.80	9.06	bcdefg		
T2D-R	3	72.53	71.90	73.40	0.78	bcdefg		
T2F-F	3	72.83	58.80	82.80	12.51	bcdefg		
T1D-R	3	73.03	71.90	73.80	1.00	cdefg		
T1B-F	3	74.93	64.70	80.80	8.89	cdefg		
T2E-R	3	73.57	72.30	75.00	1.36	defg		
T2E-F	3	76.20	64.70	84.60	10.31	defg		
T1D-F	3	75.60	70.60	79.30	4.49	efg		
T1C-R	3	75.13	73.40	76.60	1.62	fg		
T1A-R	3	75.13	73.40	76.60	1.62	fg		
T2A-F	3	76.77	70.60	82.80	6.10	fg		
T2A-R	3	75.63	73.40	79.70	3.53	fg		
T2D-F	3	81.83	76.90	86.20	4.68	g		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, Kruskal-Wallis ($p > 0.05$).

Leyenda: Ej. Trat. T2E-S: cepa de *Trichoderma* enfrentada al patógeno, este último identificado por la última letra, en donde S=*Sclerotium*, F=*Fusarium*, y R=*Rhizoctonia*. N= número de repeticiones, D.E. = Desviación estándar.

con 77.4%, 76.7% y 75.6% de reducción micelial en *S. rolfsii*, respectivamente, tablas 6 y 9, Figura 4. En las figuras 1, 2, 3 y 4 se muestra la reducción de crecimiento micelial ejercida por los aislados de *Trichoderma* sobre cada uno de los fitopatógenos por separado.

En la Figura 4 se observa que los aislados de *Trichoderma* T17A, T18A, T16A y T37C mostraron ninguna

efectividad en la reducción del crecimiento micelial (antagonismo) de *S. rolfsii*, ya que estas cepas arrojaron valores de crecimiento negativo (entre -7 y -1.1). Frente a este fitopatógeno se encontraron los valores más bajos de antagonismo ejercido por los aislados de *Trichoderma*.

Tabla 6. Porcentajes de reducción del crecimiento micelial de *Fusarium* (F), *Rhizoctonia* (R) y *Sclerotium* (S), a las 192 horas, según tratamiento con los aislados de *Trichoderma* en el experimento 2.

Trat.	N	Reduc. Crecim. Micelial (%)			D.E.	H	p	
		Media	Mín.	Máx.				
T5A-S	3	34.37	27.70	45.20	9.46	a	62.66	0.0003
T3A-S	3	54.20	53.20	55.40	1.11	ab		
T4A-S	3	54.20	51.60	55.60	2.25	abc		
T7B-S	3	66.33	66.10	66.70	0.32	abcd		
T3B-S	3	67.87	66.70	69.20	1.26	abcde		
T4B-S	3	68.47	66.20	69.80	1.97	abcdef		
T6A-S	3	68.90	67.70	69.80	1.08	abcdef		
T4C-S	3	67.90	63.50	71.00	3.92	abcdef		
T6B-S	3	69.93	67.70	73.80	3.36	abcdefg		
T3A-R	3	69.90	69.20	70.80	0.82	abcdefg		
T3A-F	3	68.67	62.50	73.90	5.76	abcdefg		
T6A-F	3	70.00	69.60	70.80	0.69	abcdefg		
T4A-R	3	70.93	68.20	73.80	2.80	abcdefg		
T4A-F	3	71.43	69.60	73.90	2.22	bcdefgh		
T3B-R	3	71.43	70.80	72.70	1.10	cdefgh		
T3B-F	3	71.37	65.20	75.00	5.37	defgh		
T7A-R	3	71.97	69.70	75.40	3.02	defgh		
T7B-R	3	71.40	64.60	75.40	5.92	defgh		
T4B-F	3	72.83	69.60	75.00	2.85	defgh		
T5A-F	3	72.83	69.60	75.00	2.85	defgh		
T7A-F	3	72.87	70.80	73.90	1.79	efgh		
T7B-F	3	72.87	70.80	73.90	1.79	efgh		
T4C-F	3	72.87	70.80	73.90	1.79	efgh		
T6A-R	3	72.97	70.80	75.40	2.31	efgh		
T4B-R	3	73.43	72.30	74.20	1.00	efgh		
T6B-F	3	74.33	70.80	78.30	3.77	fgh		
T6B-R	3	75.03	70.80	78.50	3.91	gh		
T4C-R	3	75.50	73.80	77.30	1.75	gh		
T5A-R	3	77.03	76.90	77.30	0.23	h		
T7A-S	3	77.37	76.90	77.80	0.45	h		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, Kruskal-Wallis ($p > 0.05$)

Leyenda: Ej. Trat. T5A-S = cepa de *Trichoderma* enfrentada al patógeno, este último identificado por la última letra, donde S=*Sclerotium*, F=*Fusarium*, y R=*Rhizoctonia*. N= número de repeticiones, D.E. = Desviación estándar.

Tabla 7. Porcentajes de reducción del crecimiento micelial de *Fusarium* (F), *Rhizoctonia* (R) y *Sclerotium* (S), a las 192 horas, según tratamiento con los aislados de *Trichoderma* en el experimento 3.

Trat.	N	Reduc. Crecim. Micelial (%)			D.E.	H	p	
		Media	Mín.	Máy.				
T11A-S	3	6.47	-3.20	22.60	14.06	a	85.36	<0.0001
T15A-S	3	4.30	1.60	8.10	3.39	a		
T9A-S	3	15.33	-1.60	46.00	26.61	a		
T9C-S	3	6.93	3.20	9.50	3.31	ab		
T12A-S	3	28.23	-3.20	44.40	27.23	ab		
T15B-S	3	17.10	11.30	20.60	5.06	ab		
T9C-F	3	43.63	34.80	48.10	7.65	ab		
T9C-R	3	55.37	52.40	59.70	3.84	abc		
T15A-F	3	62.40	56.50	66.70	5.28	abcd		
T8A-F	3	63.87	60.90	66.70	2.90	abcd		
T9B-S	3	64.70	64.50	65.10	0.35	abcde		
T8A-R	3	66.50	65.10	67.70	1.31	abcdef		
T14A-S	3	61.50	48.40	75.80	13.74	abcdefg		
T9B-F	3	65.00	60.00	74.10	7.89	abcdefg		
T8A-S	3	69.00	67.70	71.00	1.76	abcdefg		
T9B-R	3	69.67	69.40	69.80	0.23	abcdefgh		
T14A-R	3	70.20	69.40	71.40	1.06	abcdefgh		
T13A-R	3	70.73	69.40	71.40	1.15	abcdefgh		
T13A-S	3	71.10	67.70	73.00	2.95	bcdefgh		
T12A-F	3	73.13	69.60	77.80	4.22	cdefgh		
T15B-R	3	73.40	71.00	76.20	2.62	cdefgh		
T9A-R	3	73.40	69.80	77.40	3.82	cdefgh		
T10A-S	3	73.80	71.40	77.40	3.17	cdefgh		
T12A-R	3	73.93	71.40	77.40	3.11	cdefgh		
T14A-F	3	74.67	73.90	76.00	1.16	defgh		
T10A-R	3	74.47	73.00	76.20	1.62	defgh		
T15A-R	3	75.53	74.60	76.20	0.83	efgh		
T15B-F	3	75.90	73.90	77.80	1.95	fgh		
T11A-F	3	75.90	73.90	77.80	1.95	fgh		
T11A-R	3	75.53	74.20	76.20	1.15	fgh		
T13A-F	3	77.13	73.90	81.50	3.92	fgh		
T9A-F	3	77.23	73.90	80.00	3.09	gh		
T10A-F	3	78.60	76.00	81.50	2.76	h		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, Kruskal-Wallis ($p>0.05$)

Leyenda: Ej. Trat. T11A-S = cepa de *Trichoderma* enfrentada al patógeno, este último identificado por la última letra, donde S=*Sclerotium*, F=*Fusarium*, y R=*Rhizoctonia*. N= número de repeticiones, D.E. = Desviación estándar.

Tabla 8. Porcentajes de reducción del crecimiento micelial de *Fusarium* (F), *Rhizoctonia* (R) y *Sclerotium* (S), a las 192 horas, según tratamiento con los aislados de *Trichoderma* en el experimento 4.

Trat.	N	Reduc. Crecim. Micelial (%)			D.E.	H	p	
		Media	Mín.	Máx.				
T17A-S	3	-7.00	-16.10	-1.60	7.93	a	75.07	<0.0001
T16A-S	3	-2.77	-3.30	-1.80	0.84	ab		
T18A-S	3	-4.73	-12.50	0.00	6.78	ab		
T19A-S	3	5.10	-7.10	27.40	19.34	ab		
T19B-S	3	11.47	-7.10	38.30	23.80	abc		
T18A-F	3	23.83	10.50	31.80	11.62	abcd		
T17A-F	3	40.53	25.00	54.50	14.81	abcde		
T18A-R	3	51.13	46.60	55.60	4.50	abcdef		
T22A-S	3	61.17	58.90	62.90	2.05	abcdefg		
T16A-R	3	58.97	46.50	68.30	11.23	abcdefg		
T20B-R	3	65.43	55.80	70.70	8.35	abcdefgh		
T16A-F	3	67.40	63.20	70.80	3.86	abcdefghi		
T17A-R	3	62.30	48.80	77.80	14.60	abcdefghij		
T20B-S	3	70.87	67.70	73.20	2.84	abcdefghij		
T20B-F	3	70.90	68.20	73.70	2.75	bcdefghij		
T22A-F	3	68.67	63.20	79.20	9.12	cdefghij		
T20A-S	3	72.00	70.00	75.00	2.65	cdefghij		
T20A-R	3	72.57	62.80	82.50	9.85	defghij		
T16B-S	3	73.50	71.40	75.80	2.21	defghij		
T20A-F	3	73.43	68.40	79.20	5.44	efghij		
T19A-F	3	73.80	72.70	75.00	1.15	efghij		
T21A-S	3	74.17	73.30	75.00	0.85	efghij		
T22A-R	3	74.67	72.10	77.80	2.89	fghij		
T21A-R	3	75.60	70.70	79.40	4.45	ghij		
T21A-F	3	76.73	73.70	79.20	2.79	ghij		
T19A-R	3	76.60	74.40	77.80	1.91	ghij		
T16B-F	3	78.47	77.30	79.20	1.02	hij		
T19B-R	3	79.30	74.40	82.50	4.31	hij		
T16B-R	3	79.50	76.70	82.50	2.91	ij		
T19B-F	3	79.97	78.90	81.80	1.59	j		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, *Kruskal-Wallis* ($p>0.05$)

Leyenda: Ej. Trat. T17A-S = cepa de *Trichoderma* enfrentada al patógeno, este último identificado por la última letra, donde S=*Sclerotium*, F=*Fusarium*, y R=*Rhizoctonia*. N= número de repeticiones, D.E. = Desviación estándar.

Tabla 9. Porcentajes de reducción del crecimiento micelial de *Fusarium* (F), *Rhizoctonia* (R) y *Sclerotium* (S), a las 192 horas, según tratamiento con los aislados de *Trichoderma* en el experimento 5.

Trat.	N	Reduc. Crecim. Micelial (%)			D.E.	H	p	
		Media	Mín.	Máx.				
T22B-S	3	61.63	61.50	61.90	0.23	a	61.80	0.0004
T22E-S	3	63.27	58.50	66.20	4.16	ab		
T25A-S	3	64.20	61.50	69.20	4.33	abc		
T23B-R	3	67.43	63.60	72.60	4.65	abcd		
T22F-S	3	68.43	66.20	70.80	2.30	abcd		
T24A-R	3	68.13	64.50	72.60	4.11	abcd		
T24B-R	3	67.47	63.60	69.40	3.35	abcd		
T24B-S	3	69.37	65.10	73.80	4.35	abcde		
T25A-R	3	70.33	67.70	74.20	3.42	abcde		
T22C-R	3	70.37	69.10	72.60	1.94	abcde		
T25B-R	3	73.03	69.10	75.80	3.50	abcdef		
T22D-F	3	72.17	66.70	77.80	5.55	abcdefg		
T24B-F	3	72.17	66.70	77.80	5.55	abcdefg		
T22D-R	3	73.57	69.10	75.80	3.87	abcdefg		
T23B-F	3	72.97	66.70	76.20	5.43	bcdefg		
T22B-R	3	74.10	69.10	77.40	4.40	cdefg		
T22D-S	3	75.10	73.00	76.90	1.97	defg		
T22E-R	3	75.67	72.60	81.80	5.31	defg		
T25B-F	3	75.07	71.40	77.80	3.30	defg		
T23B-S	3	75.63	74.60	76.90	1.17	defg		
T22F-R	3	75.30	72.70	77.40	2.39	defg		
T25B-S	3	75.63	73.00	78.50	2.76	defg		
T24A-S	3	75.60	73.00	76.90	2.25	defg		
T22E-F	3	76.57	72.00	81.50	4.76	defg		
T22C-S	3	76.67	76.20	76.90	0.40	efg		
T24A-F	3	77.90	76.00	81.50	3.12	efg		
T22B-F	3	79.50	76.00	81.50	3.04	fg		
T22C-F	3	79.23	76.20	81.50	2.73	fg		
T22F-F	3	80.57	76.20	84.00	3.98	fg		
T25A-F	3	82.07	80.00	85.20	2.76	g		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, Kruskal-Wallis ($p > 0.05$)

Leyenda: Ej. Trat. T22B-S = cepa de *Trichoderma* enfrentada al patógeno, este último identificado por la última letra, donde S=*Sclerotium*, F=*Fusarium*, y R=*Rhizoctonia*. N= número de repeticiones, D.E. = Desviación estándar.

Tabla 10. Porcentajes de reducción del crecimiento micelial de *Fusarium* (F), *Rhizoctonia* (R) y *Sclerotium* (S), a las 192 horas, según tratamiento con los aislados de *Trichoderma* en el experimento 6.

Trat.	N	Reduc. Crecim. Micelial (%)			D.E.	H	p	
		Media	Mín.	Máx.				
T26A-S	3	5.33	0.00	8.30	4.63	a	79.07	<0.0001
T26B-S	3	18.37	8.30	38.50	17.44	ab		
T26C-S	3	15.63	13.30	16.90	2.02	ab		
T26B-F	3	34.67	26.30	44.40	9.13	abc		
T28B-S	3	32.90	15.40	50.00	17.30	abc		
T26C-F	3	32.47	0.00	50.00	28.15	abc		
T28C-S	3	41.03	38.30	43.10	2.47	abc		
T26A-F	3	41.87	36.80	44.40	4.39	abc		
T28C-F	3	56.63	42.10	66.70	12.89	abcd		
T28A-F	3	61.83	55.60	66.70	5.67	abcde		
T28A-S	3	60.40	48.30	66.70	10.48	abcde		
T29A-F	3	63.67	61.10	66.70	2.83	abcdef		
T30A-F	3	63.53	61.10	68.40	4.21	abcdef		
T26C-R	3	65.23	60.90	69.20	4.16	abcdefg		
T26B-R	3	65.30	60.90	68.80	4.03	abcdefg		
T27A-F	3	63.57	55.60	68.40	6.95	abcdefg		
T30A-S	3	67.07	66.20	68.30	1.10	bcdefgh		
T27A-S	3	66.40	63.30	69.20	2.96	bcdefgh		
T28B-F	3	67.27	66.70	68.40	0.98	cdefgh		
T26A-R	3	67.37	60.90	79.70	10.69	cdefgh		
T29B-F	3	70.93	68.40	72.20	2.19	defgh		
T29A-S	3	73.50	71.70	75.00	1.67	defgh		
T29B-S	3	74.03	71.70	75.40	2.03	defgh		
T28C-R	3	74.57	73.40	76.90	2.02	defgh		
T28A-R	3	74.60	73.40	76.60	1.74	defgh		
T27A-R	3	74.60	73.40	76.60	1.74	defgh		
T28B-R	3	76.17	73.40	81.30	4.45	efgh		
T30A-R	3	76.70	76.60	76.90	0.17	fgh		
T29B-R	3	77.73	76.60	78.50	1.00	gh		
T29A-R	3	78.77	78.10	79.70	0.83	h		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, Kruskal-Wallis ($p > 0.05$)

Leyenda: Ej. Trat. T26A-S = cepa de *Trichoderma* enfrentada al patógeno, este último identificado por la última letra, donde S=*Sclerotium*, F=*Fusarium*, y R=*Rhizoctonia*. N= número de repeticiones, D.E. = Desviación estándar.

Tabla 11. Porcentajes de reducción del crecimiento micelial de *Fusarium* (F), *Rhizoctonia* (R) y *Sclerotium* (S), a las 192 horas, según tratamiento con los aislados de *Trichoderma* en el experimento 7.

Trat.	N	Reduc. Crecim. Micelial (%)			D.E.	H	p	
		Media	Mín.	Máx.				
T31B-S	3	9.07	0.00	15.30	8.03	a	63.93	<0.0001
T30B-S	3	30.93	15.30	40.70	13.68	ab		
T32A-F	3	38.07	20.00	47.10	15.65	abc		
T33A-S	3	42.83	38.60	49.20	5.61	abc		
T31B-F	3	42.77	40.00	47.10	3.80	abcd		
T31B-R	3	55.17	52.70	59.70	3.93	abcde		
T34A-S	3	57.10	56.10	57.60	0.87	abcdef		
T31A-F	3	56.47	40.00	64.70	14.26	abcdefg		
T31A-S	3	58.90	54.20	64.90	5.47	abcdefgh		
T32A-S	3	61.13	59.30	62.70	1.72	abcdefgh		
T35A-S	3	61.70	61.00	62.70	0.89	abcdefgh		
T31C-S	3	66.23	61.40	74.60	7.27	bcdefghi		
T31C-F	3	65.60	52.90	73.30	11.08	cdefghi		
T33A-F	3	67.33	64.70	70.60	3.00	cdefghi		
T34A-F	3	69.30	66.70	70.60	2.25	defghi		
T35A-F	3	69.30	66.70	70.60	2.25	defghi		
T30B-F	3	69.30	66.70	70.60	2.25	defghi		
T31C-R	3	72.80	69.40	78.10	4.65	efghi		
T32A-R	3	73.23	67.30	77.40	5.28	fghi		
T31A-R	3	75.03	72.70	76.60	2.06	ghi		
T30B-R	3	76.50	70.90	82.80	5.98	hi		
T35A-R	3	75.57	72.70	77.40	2.51	hi		
T33A-R	3	83.43	82.80	83.90	0.57	i		
T34A-R	3	83.37	81.80	84.40	1.38	i		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, *Kruskal-Wallis* ($p>0.05$)

Leyenda: Ej. Trat. T31B-S = cepa de *Trichoderma* enfrentada al patógeno, este último identificado por la última letra, donde S=*Sclerotium*, F=*Fusarium*, y R=*Rhizoctonia*. N= número de repeticiones, D.E. = Desviación estándar.

Tabla 12. Porcentajes de reducción del crecimiento micelial de *Fusarium* (F), *Rhizoctonia* (R) y *Sclerotium* (S), a las 192 horas, según tratamiento con los aislados de *Trichoderma* en el experimento 8.

Trat.	N	Reduc. Crecim. Micelial (%)			D.E.	H	p
		Media	Mín.	Máx.			
T17B-S	3	1.03	-1.70	3.20	2.50	a	41.50 0.0001
T28D-S	3	2.13	0.00	4.80	2.44	a	
T16C-S	3	6.10	-1.60	16.70	9.49	a	
T17B-R	3	36.47	22.20	45.50	12.50	ab	
T17B-F	3	38.47	34.60	46.20	6.70	ab	
T16C-R	3	57.67	51.10	63.60	6.27	abc	
T19C-R	3	61.97	55.60	66.70	5.73	abcd	
T19C-S	3	65.60	62.90	67.20	2.35	abcd	
T28D-R	3	68.33	55.60	76.70	11.21	bcd	
T29C-S	3	68.30	67.70	68.90	0.60	bcd	
T29C-R	3	71.47	66.70	75.00	4.29	bcd	
T19C-F	3	79.50	76.90	80.80	2.25	cd	
T28D-F	3	80.80	80.80	80.80	0.00	cd	
T16C-F	3	80.80	80.80	80.80	0.00	cd	
T29C-F	3	82.07	80.80	84.60	2.19	d	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, Kruskal-Wallis ($p > 0.05$)

Leyenda: Ej. Trat. T17B-S = cepa de *Trichoderma* enfrentada al patógeno, este último identificado por la última letra, donde S=*Sclerotium*, F=*Fusarium*, y R=*Rhizoctonia*. N= número de repeticiones, D.E. = Desviación estándar.

Tabla 13. Porcentajes de reducción del crecimiento micelial de *Fusarium* (F), *Rhizoctonia* (R) y *Sclerotium* (S), a las 192 horas, según tratamiento con los aislados de *Trichoderma* en el experimento 9.

Trat.	N	Reduc. Crecim. Micelial (%)			D.E.	H	p
		Media	Mín.	Máx.			
T33B-S	3	3.17	1.60	6.30	2.71	a	41.19 0.0002
T31D-S	3	11.37	1.60	26.20	13.06	a	
T31D-F	3	36.03	30.00	41.70	5.86	ab	
T34B-S	3	43.20	34.40	50.80	8.27	ab	
T31D-R	3	66.30	61.70	70.50	4.41	abc	
T30C-S	3	67.57	67.20	68.30	0.64	abcd	
T36A-S	3	71.33	69.80	72.10	1.33	abcde	
T36A-R	3	73.50	70.50	76.70	3.10	bcde	
T34B-R	3	73.50	71.70	75.00	1.67	bcde	
T33B-R	3	73.47	72.10	75.00	1.46	bcde	
T34B-F	3	74.37	70.80	77.30	3.30	bcde	
T33B-F	3	77.17	75.00	79.20	2.10	cde	
T30C-R	3	78.43	75.00	80.30	2.98	de	
T36A_F	3	81.70	80.00	83.30	1.65	e	
T30C-F	3	81.70	80.00	83.30	1.65	e	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, Kruskal-Wallis ($p > 0.05$)

Leyenda: Ej. Trat. T33B-S = cepa de *Trichoderma* enfrentada al patógeno, este último identificado por la última letra, donde S=*Sclerotium*, F=*Fusarium*, y R=*Rhizoctonia*. N= número de repeticiones, D.E. = Desviación estándar.

Tabla 14. Porcentajes de reducción del crecimiento micelial de *Fusarium* (F), *Rhizoctonia* (R) y *Sclerotium* (S), a las 192 horas, según tratamiento con los aislados de *Trichoderma* en el experimento 10.

Trat.	N	Reduc. Crecim. Micelial (%)			D.E.	H	p	
		Media	Mín.	Máx.				
T37C-S	3	-1.13	-3.30	3.20	3.75	a	40.09	0.0002
T37A-S	3	3.27	-3.30	8.30	5.95	ab		
T37E-S	3	3.77	0.00	11.30	6.52	ab		
T37D-S	3	28.60	16.70	41.70	12.54	abc		
T37C-F	3	39.40	31.80	45.50	6.97	abcd		
T37A-F	3	50.00	50.00	50.00	0.00	abcde		
T37E-F	3	43.97	18.20	68.20	25.04	abcdef		
T37E-R	3	55.87	53.80	60.00	3.58	bcdefg		
T37C-R	3	57.40	53.80	64.60	6.24	bcdefg		
T37A-R	3	58.93	53.80	61.50	4.45	cdefg		
T37D-F	3	65.17	59.10	77.30	10.51	cdefg		
T37B-S	3	68.70	66.70	71.70	2.65	defg		
T37D-R	3	72.80	69.20	76.90	3.87	efg		
T37B-R	3	77.43	76.90	78.50	0.92	fg		
T37B-F	3	77.30	77.30	77.30	0.00	g		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, *Kruskal-Wallis* ($p>0.05$)

Leyenda: Ej. Trat. T37C-S = cepa de *Trichoderma* enfrentada al patógeno, este último identificado por la última letra, donde S=*Sclerotium*, F=*Fusarium*, y R=*Rhizoctonia*. N= número de repeticiones, D.E. = Desviación estándar.

Tabla 15. Porcentajes de reducción del crecimiento micelial de *Fusarium* (F), *Rhizoctonia* (R) y *Sclerotium* (S), a las 192 horas, según tratamiento con los aislados de *Trichoderma* en el experimento 11.

Trat.	N	Reduc. Crecim. Micelial (%)			D.E.	H	p	
		Media	Mín.	Máx.				
T37G-S	3	68.60	66.70	71.40	2.48	a	12.80	0.0243
T37F-S	3	71.37	71.00	71.70	0.35	ab		
T37F-F	3	75.57	73.90	77.80	2.01	bc		
T37G-F	3	75.57	73.90	77.80	2.01	bc		
T37G-R	3	76.17	75.40	76.90	0.75	bc		
T37F-R	3	77.73	76.90	79.40	1.44	c		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, *Kruskal-Wallis* ($p> 0.05$)

Leyenda: Ej. Trat. T37G-S = cepa de *Trichoderma* enfrentada al patógeno, este último identificado por la última letra, donde S=*Sclerotium*, F=*Fusarium*, y R=*Rhizoctonia*. N= número de repeticiones, D.E. = Desviación estándar.

Tabla 16. Porcentajes de reducción del crecimiento micelial de *Phytophthora* (P), a las 192 horas, según tratamiento con los aislados de *Trichoderma* en los experimentos 1, 2, 3 y 4.

Trat.	N	Reduc. Crecim. Micelial (%)			D.E.	H	p	
		Media	Mín.	Máx.				
T9C-P	3	60.50	60.50	60.50	0.00	a	82.92	<0.0001
T3A-P	3	65.23	64.10	65.80	0.98	ab		
T2E-P	3	64.70	61.10	68.90	3.93	abc		
T9A-P	3	66.63	65.10	67.40	1.33	abcd		
T6A-P	3	66.97	65.80	68.40	1.32	abcd		
T1A-P	3	67.23	63.90	71.10	3.63	abcde		
T16A-P	3	67.40	64.30	69.60	2.76	abcde		
T18A-P	3	67.33	63.40	69.60	3.42	abcdef		
T2D-P	3	68.17	66.70	71.10	2.54	abcdef		
T2C-P	3	68.27	66.70	69.20	1.37	abcdef		
T19C-P	3	68.37	63.00	73.80	5.40	abcdefg		
T1C-P	3	68.90	66.70	73.30	3.81	abcdefg		
T7B-P	3	68.67	68.40	69.20	0.46	abcdefg		
T4B-P	3	68.67	68.40	69.20	0.46	abcdefg		
T4A-P	3	68.67	68.40	69.20	0.46	abcdefg		
T3B-P	3	68.67	68.40	69.20	0.46	abcdefg		
T2A-P	3	67.87	61.10	73.30	6.21	abcdefgh		
T4C-P	3	69.53	65.80	74.40	4.41	abcdefgh		
T15A-P	3	69.00	65.10	72.10	3.57	abcdefghi		
T2F-P	3	69.73	66.70	73.30	3.33	abcdefghij		
T1D-P	3	69.87	66.70	71.80	2.76	abcdefghij		
T16B-P	3	70.40	68.30	73.90	3.05	abcdefghij		
T1B-P	3	70.50	66.70	75.60	4.59	bcdefghij		
T7A-P	3	70.43	68.40	71.80	1.80	bcdefghij		
T2B-P	3	71.23	66.70	77.80	5.82	bcdefghij		
T9B-P	3	70.57	69.80	72.10	1.33	cdefghijk		
T8A-P	3	70.57	69.80	72.10	1.33	cdefghijk		
T17B-P	3	72.07	70.70	73.80	1.58	defghijk		
T19B-P	3	72.00	70.70	73.90	1.68	defghijk		
T5A-P	3	72.20	71.10	73.70	1.35	defghijk		
T19A-P	3	74.30	69.00	78.30	4.78	efghijk		
T10A-P	3	73.63	72.10	76.70	2.66	fghijk		
T17A-P	3	74.37	71.40	76.10	2.58	fghijk		
T14A-P	3	75.17	72.10	76.70	2.66	ghijk		
T16C-P	3	75.97	75.60	76.20	0.32	hijk		
T13A-P	3	76.70	76.70	76.70	0.00	ijk		
T6B-P	3	77.37	73.70	79.50	3.19	ijk		
T15B-P	3	77.50	75.60	78.60	1.65	ijk		
T12A-P	3	77.50	76.70	79.10	1.39	jk		
T11A-P	3	86.03	83.70	88.40	2.35	k		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, Kruskal-Wallis ($p > 0.05$)

Leyenda: Ej. Trat. T9C-P = cepa de *Trichoderma* enfrentada al patógeno, este último identificado por la última letra, donde P=*Phytophthora*. N= número de repeticiones, D.E. = Desviación estándar.

Tabla 17. Porcentajes de reducción del crecimiento micelial de *Phytophthora* (P), a las 192 horas, según tratamiento con los aislados de *Trichoderma* en el experimento 5.

Trat.	N	Reduc. Crecim. Micelial (%)			D.E.	H	p
		Media	Mín.	Máy.			
T22D-P	3	59.83	55.90	61.80	3.41	a	19.75 0.0059
T22E-P	3	70.60	70.60	70.60	0.00	ab	
T22F-P	3	70.60	70.60	70.60	0.00	ab	
T20A-P	3	70.60	70.60	70.60	0.00	ab	
T22A-P	3	73.53	70.60	76.50	2.95	bc	
T22B-P	3	74.50	73.50	76.50	1.73	bc	
T22C-P	3	75.50	70.60	79.40	4.48	bc	
T21A-P	3	77.47	76.50	79.40	1.67	c	
T20B-P	3	78.43	76.50	79.40	1.67	c	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, Kruskal-Wallis ($p > 0.05$)

Leyenda: Ej. Trat. T22D-P = cepa de *Trichoderma* enfrentada al patógeno, este último identificado por la última letra, donde P=*Phytophthora*. N= número de repeticiones, D.E. = Desviación estándar.

Tabla 18. Porcentajes de reducción del crecimiento micelial de *Phytophthora* (P), a las 192 horas, según tratamiento con los aislados de *Trichoderma* en los experimentos 6, 7, 8 y 9.

Trat.	N	Reduc. Crecim. Micelial (%)			D.E.	H	p	
		Media	Mín	Máx				
T31B-P	3	65.80	63.90	67.60	1.85	a	88.81	<0.0001
T25A-P	3	66.40	65.00	67.50	1.28	ab		
T26A-P	3	66.37	64.10	67.50	1.96	ab		
T37A-P	3	69.80	69.40	70.60	0.69	abc		
T31D-P	3	68.13	63.90	75.60	6.49	abcd		
T26C-P	3	70.57	66.70	72.50	3.35	abcd		
T25B-P	3	69.73	66.70	75.00	4.58	abcd		
T26B-P	3	71.40	69.20	72.50	1.91	abcd		
T37F-P	3	72.63	72.20	73.50	0.75	abcde		
T24A-P	3	72.30	70.00	74.40	2.21	abcdef		
T37B-P	3	71.67	69.40	75.00	2.95	abcdef		
T35A-P	3	71.60	67.60	75.00	3.74	abcdef		
T37G-P	3	72.60	70.60	75.00	2.23	abcdefg		
T36A-P	3	74.50	73.50	75.00	0.87	abcdefgh		
T27A-P	3	74.80	74.40	75.00	0.35	abcdefghi		
T23B-P	3	74.80	74.40	75.00	0.35	abcdefghi		
T24B-P	3	74.80	74.40	75.00	0.35	abcdefghi		
T29A-P	3	75.40	73.70	77.50	1.93	abcdefghij		
T29B-P	3	76.23	73.70	80.00	3.33	bcdefghijk		
T30A-P	3	77.07	73.70	80.00	3.17	cdefghijk		
T32A-P	3	76.23	75.00	78.00	1.57	cdefghijk		
T28B-P	3	77.13	75.00	78.90	1.98	cdefghijk		
T30B-P	3	77.90	73.70	82.50	4.41	cdefghijk		
T37D-P	3	77.37	76.50	77.80	0.75	defghijk		
T37C-P	3	78.23	73.50	80.60	4.10	defghijk		
T30C-P	3	78.87	75.00	81.60	3.44	efghijk		
T29C-P	3	78.77	76.30	80.00	2.14	efghijk		
T37E-P	3	79.33	77.80	82.40	2.66	fghijk		
T28A-P	3	79.83	79.50	80.00	0.29	ghijk		
T31C-P	3	79.87	77.80	83.80	3.41	ghijk		
T33A-P	3	80.93	75.60	86.10	5.25	hijk		
T28C-P	3	81.37	80.00	82.50	1.27	hijk		
T28D-P	3	82.20	81.60	82.50	0.52	hijk		
T31A-P	3	84.63	78.90	87.50	4.97	ijk		
T34A-P	3	84.27	82.90	86.10	1.65	jk		
T33B-P	3	87.70	86.10	89.20	1.55	k		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, *Kruskal-Wallis* ($p>0.05$)

Leyenda: Ej. Trat. T31B-P = cepa de *Trichoderma* enfrentada al patógeno, este último identificado por la última letra, donde P=*Phytophthora*. N= número de repeticiones, D.E. = Desviación estándar.

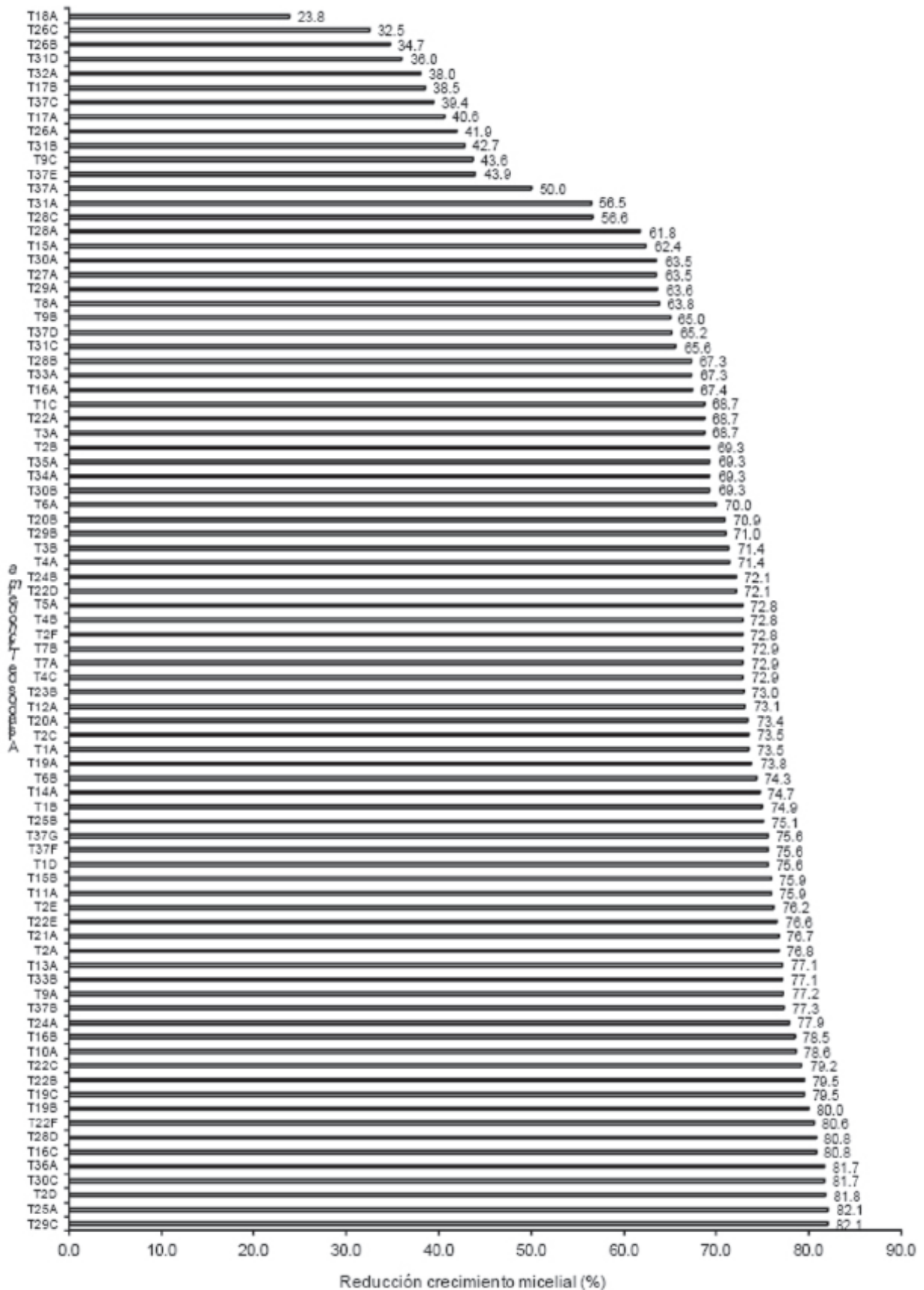


Figura 1. Porcentaje promedio de reducción del crecimiento micelial de *F. solani* por 85 aislados de *Trichoderma* en platos Petri, a las 192 horas.

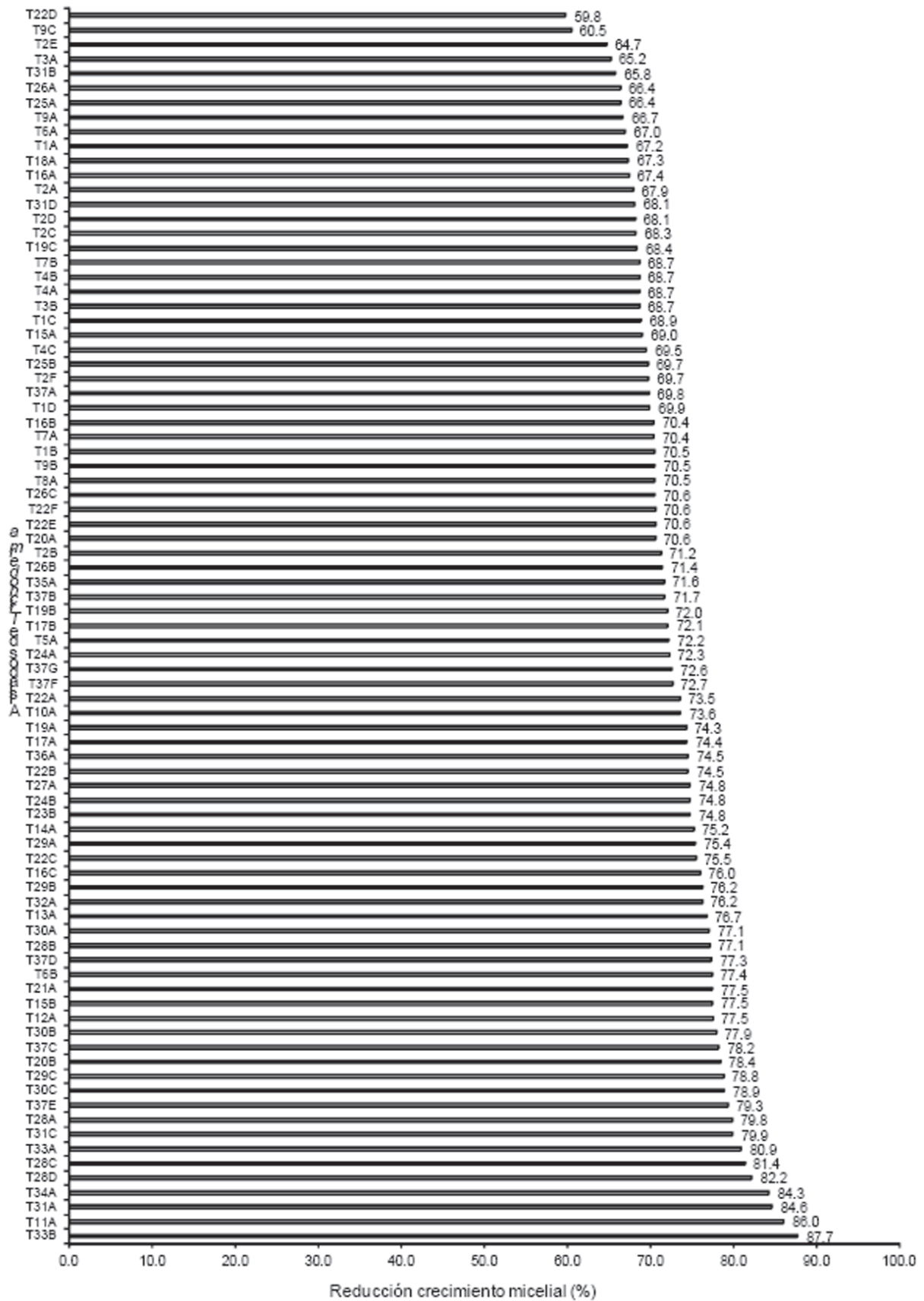


Figura 2. Porcentaje promedio de reducción del crecimiento micelial de *P. capsici* por 85 aislados de *Trichoderma* en platos Petri, a las 192 horas.

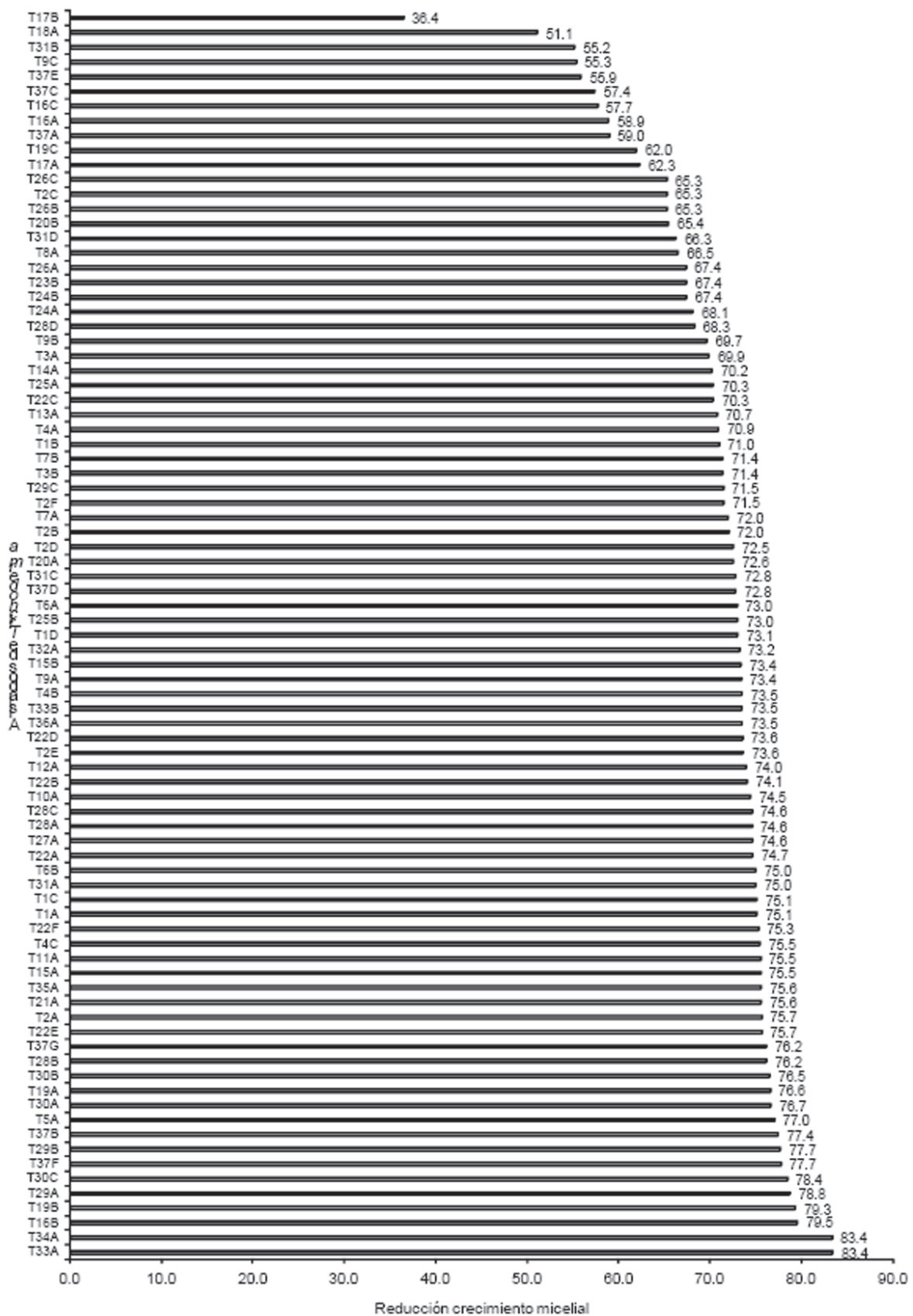


Figura 3. Porcentaje promedio de reducción del crecimiento micelial de *R. solani* por 85 aislados de *Trichoderma* en platos Petri, a las 192 horas.

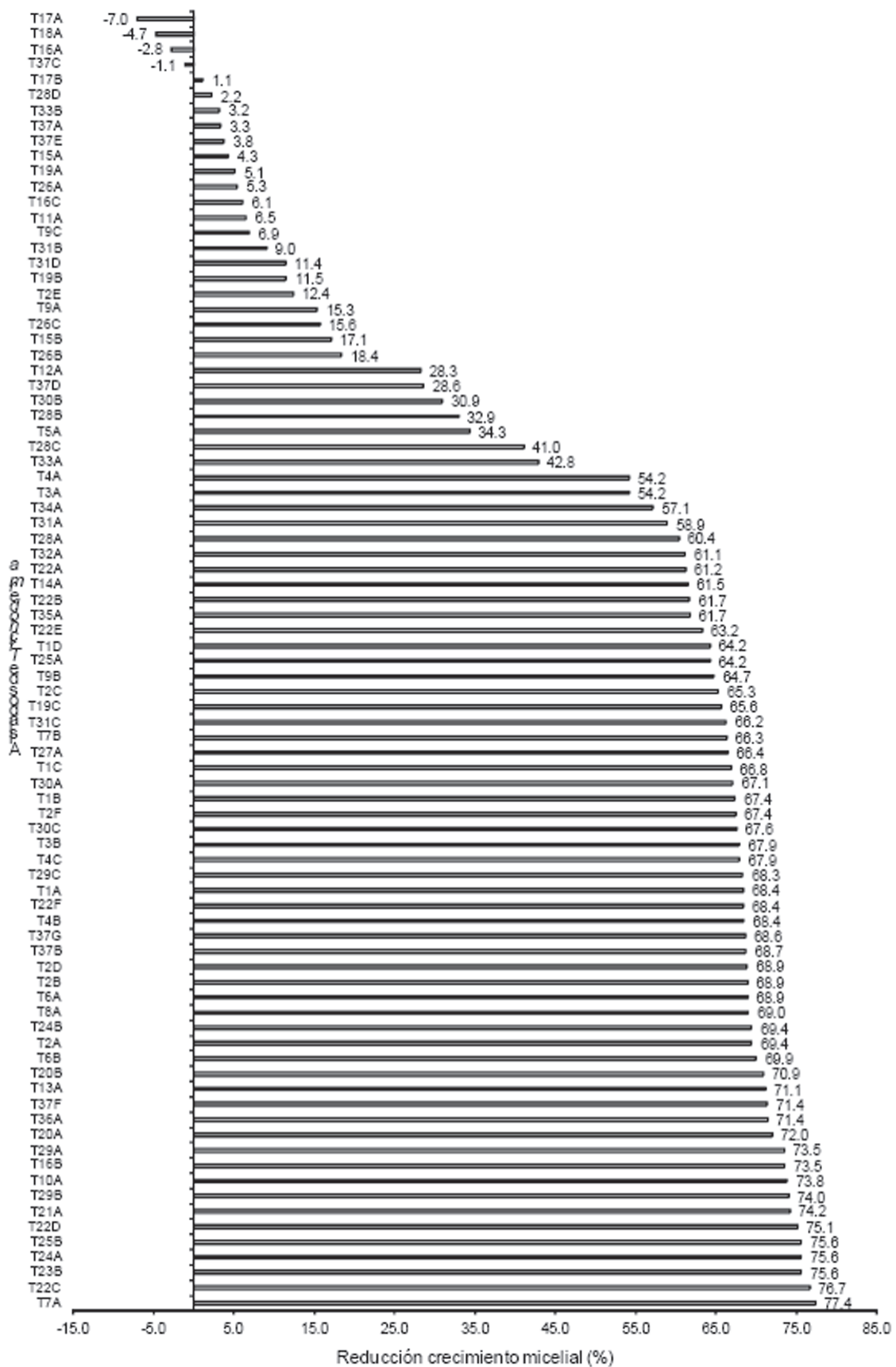


Figura 4. Porcentaje promedio de reducción del crecimiento micelial de *S. rolfsii* por 85 aislados de *Trichoderma* en platos Petri, a las 192 horas.

En la Figura 5 se presenta el crecimiento micelial de *Fusarium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia* y *Sclerotium* en presencia de aislados de *Trichoderma* en platos Petri.

En el estudio molecular (ADN) se identificaron 17 aislados, y se encontraron las especies *Trichoderma asperellum*, *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma longibrachiatum*. Trece de los aislados (72.22%) pertenecen a la especie *T. asperellum*, tres (16.67%) son *T. harzianum*, uno (5.56%) es un *T. longibrachiatum*. Los aislados pertenecientes a la especie *T. asperellum* son: T1A, T2F, T6B, T7A, T10A, T11A, T22C, T25A, T27A, T28A, T31C, T36A y T37B. Los que corresponden a la especie *T. harzianum* son: T13A, T16B y T19B. El aislado perteneciente a la especie *T. longibrachiatum* es T12A (Tabla 19).

En la Tabla 19 puede observarse que la mayor parte de los aislados de *Trichoderma* fueron identificados dentro de las especies *T. asperellum*, *T. longibrachiatum* y *T. harzianum*, en las cuales se encontraron varias razas. El porcentaje máximo de similitud de los aislados con especies identificadas en otros países estuvo entre 88 y 100%. Solamente uno de los aislados no pudo ser identificado molecularmente.

CONCLUSIONES

La mayor cantidad de los aislados de *Trichoderma*, en promedio son considerados promisorios para el manejo de *F. solani*, *P. capsici*, *R. solani* y *S. rolfsii* bajo condiciones de invernadero y/o campo. Estos en su mayoría (92%) fueron efectivos en el control de los fitopatógenos, ya que se encontraron 61 aislados (71.8%) con antago-

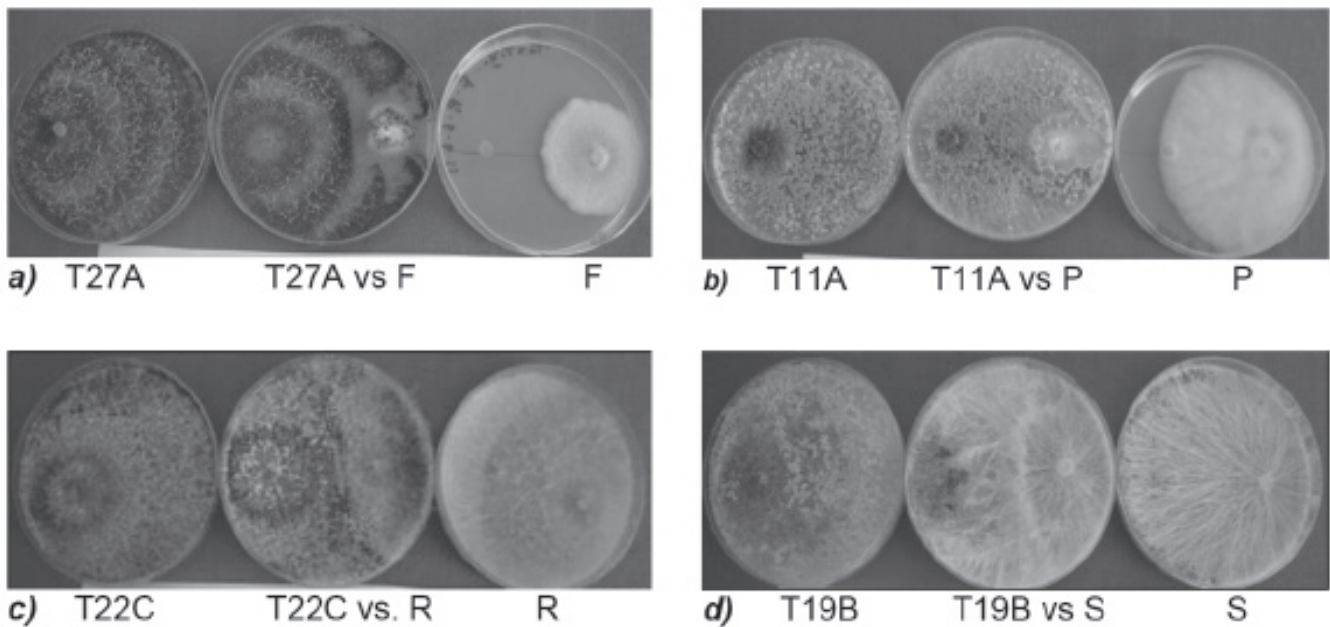


Figura 5. Crecimiento micelial de los fitopatógenos y aislados de *Trichoderma* en platos Petri, a las 192 horas después del cultivo. Leyenda: **a)**: Aislado T27A y *Fusarium* (F), **b)**: aislado T11A y *Phytophthora* (P), **c)**: aislado T22C y *Rhizoctonia* (R), **d)**: aislado T19B y *Sclerotium* (S).

Tabla 19. Aislados de *Trichoderma* con alineaciones significativas con secuencias de hongos de la base de datos del NCBI GenBank según análisis de secuencias (ITS rADN).

Aislado	Número de accesión NCBI GenBank	Especie	Origen de la accesión de GenBank	Max. Ident %
T1A	KC847169.1	<i>Trichoderma asperellum</i>	Indonesia	304/307(99%)
T1D	-	strain LIPIMC0568 No identificada	-	-
T2F	JQ040320.1	<i>Trichoderma asperellum</i>	China	589/591(99%)
T6B	JQ040322.1	strain SHBS2013 <i>Trichoderma asperellum</i>	China	349/396(88%)
T7A	JQ040311.1	strain YNKM1067 <i>Trichoderma asperellum</i> strain	China	587/587(100%)
T10A	KC576729.1	GXNN1001 <i>Trichoderma asperellum</i>	Brazil	432/432(100%)
T11A	EU077227.1	strain CEN768 <i>Trichoderma asperellum</i>	España	590/591(99%)
T12A	KC009811.1	strain T34 <i>Trichoderma longibrachiatum</i>	España	627/627(100%)
T13A	JF923802.1	strain H09-095 <i>Hypocrealixii</i> (anamorph: <i>Trichoderma harzianum</i>), <i>Hypocrealixii</i>	India	604/604(100%)
T16B	GU934533.1	(anamorph: <i>Trichoderma harzianum</i>	Canada	547/615(89%)
T19B	KC330218.1	OUT 680 <i>Trichoderma harzianum</i> strain	India	603/604(99%)
T22C	JQ040323.1	CKP01 <i>Trichoderma asperellum</i> strain	China	588/589(99%)
T25B	KC576729.1	HNZZ4003 <i>Trichoderma asperellum</i> strain	Brazil	448/449(99%)
T27A	KC898194.1	CEN768 <i>Trichoderma asperellum</i> strain	Egipto	584/584(100%)
T28A	KC847169.1	ASP5 <i>Trichoderma asperellum</i> strain	Indonesia	425/428(99%)
T31C	JQ040323.1	LIPIMC0568 <i>Trichoderma asperellum</i> strain	China	595/599(99%)
T36A	JQ040312.1	ZJSX5001 <i>Trichoderma asperellum</i> strain	China	592/596(99%)
T37B	JQ040320.1	GXNN4006 <i>Trichoderma asperellum</i> strain SHBS2013	China	590/591(99%)

nismo alto contra *Fusarium*, 78 (91.8%) contra *Phytophthora*, 70 (82.3%), contra *Rhizoctonia* y 39 (45.9%) contra *Sclerotium*.

En la identificación molecular (ADN) de una muestra de 17 aislados, se encontraron las especies: *T. asperellum*, *T. harzianum*, y *T. longibrachiatum*.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar pruebas de eficacia de los aislados de *Trichoderma* frente a los fitopatógenos *F. solani*, *P. capsici*, *R. solani* y *S. rolfsii*, a nivel de invernadero y/o campo.

LITERATURA CITADA

Abbott, W. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. Classic paper: Abbott's formula. Journal of the American Mosquito Control Association. 3(2): 302-303

Cholango, L. 2009. Selección de cepas de *Trichoderma* spp. *In vitro* para el control de problemas radiculares en flores en verano. Tesis de grado de Ingeniero Agropecuario. Escuela Politécnica del Ejercito. Departamento de la Ciencias de la Vida Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias. IASA I. Checa, EC p. 1.

Corrêa, S.; Mello, M.; Ávila, Z.; Minaré, L.; Pádua, R.; Gomes, D. 2007. Cepas de *Trichoderma* spp. para el control biológico de *Sclerotium rolfsii* Sacc. Fitosanidad. 11(1): 3-9. .

García, R.; Riera, R., Zambrano, C. y Gutiérrez, L. 2006. Desarrollo de un fungicida biológico a base de una cepa de *Trichoderma harzianum* proveniente de la Región Andina Venezolana. Fitosanidad. 10(2): 115.

Guigón, C.; González, P. 2003. Selección de cepas nativas de *Trichoderma* spp. con actividad antagonista sobre *Phytophthora capsici* Leonian y promotoras de crecimiento en el cultivo de chile (*Capsicum annum* L.). Revista Mexicana de Fitopatología, 22(001):117-124.

Harman, G. 2006. Overview of Mechanisms and Uses of *Trichoderma* spp. Symposium The Nature and Application of Biocontrol Microbes II: *Trichoderma* spp. 96(2).

Hubert, R. 2008. Diagnóstico de manejo e identificación de microorganismos patógenos presentes en el cultivo de ají (*Capsicum annum* L.) bajo invernadero en San José de Ocoa, República Dominicana. Tesis para optar por el título de Master en Ciencias Manejo Integrado de Plagas. Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD). 46 P.

Moya, J.; García, S.; González, J. 2003. Efecto de *Trichoderma* spp. en el crecimiento micelial de hongos fitopatógenos de suelo en platos Petri. XLIX reunión anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales (PCCMCA), desde 27 abril al 3 mayo, La Ceiba, Honduras. 68P.

Moya, J.; Andújar, F. 2004. Efecto de *Trichoderma* sp. en el control de *Phytophthora capsici* Leonian, en plántulas de pimienta (*Piper nigrum* L.) en invernadero. Tesis de grado de Ingeniero Agrónomo. ISA (Instituto Superior de Agricultura). 39P.

Moya, J.; García, S. 2009. Efecto de *Trichoderma* spp. en el crecimiento micelial de *Phytophthora colocasiae* (Raciborski, 1900) en platos de Petri. 4to Congreso Sociedad Dominicana de Investigadores Agropecuarios y Forestales (Sodiaf). Resumen, p. 5-6.

Moya, J.; García, S.; Avilés, E.; Andújar, F.; Núñez, P. 2014. Aislamiento de cepas de *Trichoderma* spp. de suelos, sustratos y raíces de plantas en invernaderos en República Dominicana. Revista APS 3(2): 11-16.

Promefrin (Programa de Mercados, Frigoríficos e Invernadero). 2011. Datos estadísticos. Sin publicar. Ministerio de Agricultura. Santo Domingo, DO.

Promefrin (Programa de Mercados, Frigoríficos e Invernaderos). 2014. Datos Estadísticos. Santo Domingo, DO.

Reyes, Y.; Martínez, B., Infante, D. 2008. Evaluación de la actividad antagonista de trece aislamientos de *Trichoderma* spp. sobre *Rhizoctonia* sp. Rev. Protección Vegetal. 23(2): pp. 112-117.

Sandoval, I.; Ofelia, M.; García, D.; Mendoza, I. 1995. *Trichoderma harzianum* (Cepa A34): Un biopreparado de amplio espectro para micopatyologías del tomate y del pimiento. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV), La Habana, CU. Boletín técnico 4. 38 p.

Samuels, G. 2004. *Trichoderma*: a guide to identification and biology. United States Department of Agriculture. Agricultural Research Service. Systematic Botany and Mycology Laboratory. Beltsville, USA. 40 p.

Stefanova M.; Sandoval, I. 1995. Efectividad de Biopreparados de *Trichoderma* spp. en el control de hongos fitopatógenos de suelo. Ed. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV), La Habana, CU. Boletín técnico 2. 22 p.

Stefanova, M. 2007. Introducción y eficacia técnica del biocontrol de fitopatógenos con *Trichoderma* spp. en Cuba. Fitosanidad. 11(3):75-79.

