

INFORME DE RESULTADOS

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE EFECTIVIDAD BIOLÓGICA DEL PRODUCTO TH-35 EN EL CONTROL DE DAMPING OFF (*Rhizoctonia* sp.) EN EL CULTIVO DE JITOMATE EN EL MUNICIPIO DE TLAYACAPAN, MORELOS

INTERESADO EN OBTENER EL DICTAMEN TÉCNICO DE EFECTIVIDAD BIOLÓGICA
Productores y Distribuidores de Insumos Orgánicos de Michoacán S de R.L. de C.V.

PRESENTA EL LABORATORIO DE PRUEBAS
LADINAP GLP DE MÉXICO, S.A. DE C.V.
Manzana B, Lote 1, Depto. 104. Colonia Piedra Blanca. C.P. 62757.
Cautla, Morelos.

AUTORIZAN LA EMISIÓN DEL DOCUMENTO

Colaboró en el desarrollo del estudio: Ing. Nayelli Berenice Hernández Luna Apoyo Técnico	Firma:
Elaborado por: Dr. Dagoberto Guillén Sánchez Director de Estudios	Firma:
Revisado y Autorizado por: M.C. Donato Ramón Rosas Velázquez Director General	Firma:

JULIO 2019

OBJETIVOS

1. Evaluar la efectividad biológica del producto TH-35 para el control de damping off (*Rhizoctonia* sp.) en el cultivo de jitomate, en comparación de un testigo regional y un testigo absoluto.
2. Determinar el posible efecto fitotóxico del producto TH-35 en el cultivo de jitomate.

DATOS GENERALES DEL PRODUCTO EVALUADO

Plaguicida	Fungicida
Nombre común	<i>Trichoderma harzianum</i>
Nombre comercial	TH-35
Código	NA
Formulación	Polvo humectable
Porcentaje (%) en peso (Concentración)	35% p/p
Equivalente en g por litro o kg de i.a.	Equivalente a 1×10^7 PFC (propágulos viables por gramo)

¹Información proporcionada por la empresa

DATOS GENERALES EN LOS CUALES SE REALIZÓ LA EVALUACIÓN

Plaga	Cultivo	Lugar
Damping off (<i>Rhizoctonia</i> sp.)	Jitomate (<i>Solanum lycopersicum</i>) Variedad: Tysey	Tlayacapan, Morelos

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE APLICACIÓN

Momento de la aplicación	Al trasplante
Forma de aplicación	La aplicación de los tratamientos fue vía drench con ayuda de un vaso de precipitado para aplicar las dosis exactas.
Intervalo de aplicación	Cada 14 días
Número de aplicaciones	3 aplicaciones
Volumen de aplicación	700 L/ha en promedio

CONGRUENCIA ENTRE LAS DOSIS RECOMENDADAS POR LA EMPRESA Y RESULTADOS DE LA PRUEBA DE EFECTIVIDAD BIOLÓGICA

La prueba se realizó de acuerdo con las recomendaciones de la empresa, el producto TH-35 se probó en las dosis de 150, 225 y 300 g/100 L de agua. No existieron diferencias estadísticas significativas entre las tres dosis probadas durante las 3 evaluaciones. Se recomiendan las tres dosis al ser técnicamente correctas, tener un porcentaje de efectividad biológica por encima de los márgenes establecidos por la normatividad vigente para plaguicidas microbianos y tener diferencias estadísticas significativas con el testigo absoluto.

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE EFECTIVIDAD BIOLÓGICA DEL PRODUCTO TH-35 EN EL CONTROL DE DAMPING OFF (*Rhizoctonia* sp.) EN EL CULTIVO DE JITOMATE

Antecedentes y objetivos: El presente estudio se llevó a cabo en el municipio de Tlayacapan, Morelos con el objetivo de evaluar la efectividad biológica y posible fitotoxicidad del fungicida TH-35, se probaron tres dosis (150, 225 y 300 g/100 L de agua), un testigo regional (NATUCONTROL 90 g/100 L de agua) y un testigo absoluto, para el control de damping off (*Rhizoctonia* sp.) en el cultivo de jitomate. **Metodología:** Se utilizó un diseño en bloques completos al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones cada uno, la unidad experimental fue de 24 m² y un total de 480 m² por la superficie experimental. Se realizaron 3 aplicaciones vía drench cada 14 días y 3 evaluaciones a los 14, 28 y 42 días después del inicio (DDI); la efectividad biológica se determinó con base en la severidad por unidad de muestreo, así como la fitotoxicidad al cultivo de acuerdo con la escala de la EWRS. **Resultados:** Durante las tres evaluaciones los tratamientos con TH-35 y el testigo regional no tuvieron diferencias estadísticas significativas entre ellos, mientras que el testigo absoluto fue significativamente diferente. De acuerdo con los resultados obtenidos, la aplicación del producto TH-35 demostró una correlación positiva sobre el control de *Rhizoctonia* sp. ya que a los 42 DDI

tuvo incidencias menores al 22.50% y severidades al 11.25% los cuales fueron considerablemente menores a lo expresado por el testigo absoluto. La efectividad biológica final fue de 60.00%, 64.44% y 71.11%, correspondientes a las dosis de 150 g/ 100 L de agua respectivamente, 225 g/ 100 L de agua y 300 g/ 100 L de agua, en el testigo regional hubo un 62.22%. **En conclusión**, bajo las condiciones en las que se realizó el presente estudio, el fungicida TH-35 obtuvo porcentajes de efectividad biológica por encima de lo establecido por la normatividad vigente para plaguicidas microbianos, por lo que se recomienda su uso a las dosis de 150, 225 y 300 g/ 100 L de agua, aplicado para el control de damping off (*Rhizoctonia* sp.) en el cultivo de jitomate, realizar 3 aplicaciones vía drench a intervalos de 14 días con un volumen de agua aproximado a 700 L/ha, comenzando las aplicaciones en el trasplante, al ser estadísticamente distintas al testigo absoluto durante las 3 evaluaciones y alcanzar valores de efectividad biológica al tercer muestreo de del 71.11% en el cuarto tratamiento. El cultivo de jitomate no se observaron evidencias de que el producto TH-35 sea fitotóxico en el cultivo de jitomate.

INTRODUCCIÓN

Rhizoctonia solani es un patógeno de suelo, que causa enfermedades en un amplio rango de hospedantes de cultivos agrícolas, hortícolas y florícolas. Esta enfermedad es muy común, ataca plántulas de jitomate desde el vivero y primeras etapas de desarrollo en campo e invernadero. Este hongo es parte del complejo de hongos que provocan la enfermedad conocida como "Damping off", "Mal del talluelo" o caída de plántulas, que causa el estrangulamiento y necrosis del tallo a nivel de cuello en las plantas. Produce lesiones que van de café claro a café rojizo en la plántula y por la muerte del pecíolo y lesiones que van de cafés-rojizas a negras en las raíces y la parte inferior del tallo al nivel del o por debajo del suelo. El tallo se vuelve estrecho y las plántulas infectadas se marchitan y mueren rápidamente. (González *et al.*, 2013; SEMINIS, s.f.).

Dentro de los medios biológicos de mayor uso para el combate de los hongos patógenos en los diferentes cultivos y países se encuentra *Trichoderma* spp. (González *et al.*, 2005). Los hongos antagonistas

resultan importantes para el control biológico de los fitopatógenos. En este sentido, las especies del género *Trichoderma* se destacan entre las más utilizadas para el biocontrol de patógenos fúngicos del suelo. Estas especies presentan diferentes modos o mecanismos de acción que le permiten el control de los fitopatógenos. Entre estos mecanismos se encuentran: competencia por el sustrato, micoparasitismo, antibiosis, desactivación de enzimas del patógeno, resistencia inducida, entre otros, derivado de todos los mecanismos de acción su uso resulta eficiente (Infante *et al.*, 2009).

Resultados de la evaluación de la efectividad biológica y discusión e interpretación de los resultados:

Evaluación previa: Esta evaluación no se llevo a cabo debido a que el establecimiento fue al trasplante empleando plántulas de jitomate sanas, el estudio inicio en igualdad de condiciones en todas las unidades experimentales.

Primera evaluación: Durante la primera evaluación, 14 días después de la aplicación del fungicida TH-35, se expresó una notable diferencia entre el porcentaje de incidencia del testigo absoluto (T1) en el cual reportó un 40.00% y los tratamientos donde se aplicó el fungicida evaluado estos hubo incidencias menores al 25.00%, el testigo regional expresó el mismo porcentaje de incidencia. Estadísticamente, todos los tratamientos fungicidas fueron distintos al testigo absoluto (A), las tres dosis probadas de TH-35 (T2, T3 y T4) así como el testigo regional NATUCONTROL (T5) fueron estadísticamente iguales (B).

Segunda evaluación: Durante la segunda evaluación (28 DDI), la incidencia de *Rhizoctonia* sp. en el testigo absoluto superó el 52.50% de plantas enfermas por unidad de muestreo, mientras que en los tratamientos tratados con TH-35 y el testigo regional la incidencia se vio eficazmente suprimida ya que el valor más alto de incidencia se observó con la dosis de TH-35 a 150 g/ 100 L de agua (25.00%) y el menor valor fue de 20.00% de incidencia con la dosis alta de 300 g/ 100 L de agua.

Estadísticamente, los tratamientos aplicados con el fungicida de interés, así como el testigo regional (B) expresaron ser estadísticamente distintos al testigo absoluto (A).

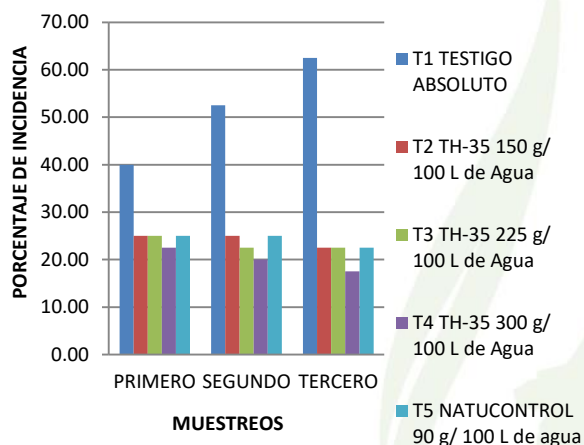


Figura 1. Porcentaje de incidencia de *Rhizoctonia sp.* tras la aplicación del fungicida TH-35 a tres distintas dosis, en comparación con un testigo regional (NATUCONTROL.) y un testigo absoluto en el cultivo de Jitomate. Tlayacapan, Morelos.

Tercera evaluación: En el tercer muestreo el testigo absoluto llegó hasta una incidencia del 62.50%, este resultado demuestra que el fungicida TH-35 es efectivo para evitar el desarrollo de la enfermedad, ya que, en las tres dosis probadas de este producto, los porcentajes no fueron mayores al 22.50%, el testigo regional expresó un 22.50% de severidad.

Lo anterior se comprobó mediante la prueba de separación de medias donde hubo igualdad estadística entre los tratamientos con aplicación de fungicida y a su vez demostraron ser estadísticamente distintos al testigo absoluto.

Severidad y Efectividad Biológica

Evaluación previa: Esta evaluación no se llevo a cabo debido a que el establecimiento fue al trasplante empleando plántulas de jitomate sanas, el estudio

inicio en igualdad de condiciones en todas las unidades experimentales.

Primera evaluación: Las tres dosis probadas de TH-35 se comportaron como iguales estadísticamente como también al testigo regional (B) y a su vez todos fueron significativamente distintos al testigo absoluto (A) (Cuadro 1).

A los 14 días después de la aplicación de TH-35, la severidad en las dosis de 150, 225 y 300 g/ 100 L de agua disminuyó con respecto al testigo absoluto (8.75%, 8.12% y 7.50%, respectivamente), mismo comportamiento que se observó en el testigo regional (8.12%), muy por el contrario, estuvo el testigo absoluto donde la severidad se vió reflejada en un (17.50%) (Figura 2).

La aplicación de TH-35 a la dosis de 150 g/ 100 L de agua tuvo una efectividad biológica de 50.00%, TH-35 a 225 g/ 100 L de agua expresó un porcentaje de 53.57% y la mayor efectividad la mostró TH-35 a 300 g/ 100 L de agua el cual indicó un 57.14%, las tres dosis probadas de TH-35 obtuvieron resultados positivos sobre el control de *Rhizoctonia sp.* en comparación con el testigo absoluto (Figura 3).

Segunda evaluación: El efecto que TH-35 tiene sobre el control de *Rhizoctonia sp.* en el cultivo de jitomate fue evidente, nuevamente en sus tratamientos se observó la disminución de la severidad de la enfermedad en sus tres dosis probadas (150, 225 y 300 g/ 100 L de agua), el porcentaje fue menor al 10.00% llegando hasta el 8.75%, el testigo regional actuó de forma similar al presentar un 9.37% de severidad, contrario a lo observado en el testigo absoluto (23.12%) (Cuadro 6), en la prueba de medias (Tukey $\alpha=0.05$) se demostró lo anterior, los tratamientos con aplicación de fungicida fueron estadísticamente iguales (B) y distintos al testigo absoluto (A).

La efectividad biológica alcanzada por TH-35 durante el segundo muestreo en las dosis de 150, 225 y 300 g/ 100 L de agua fue de 56.76%, 59.46% y 62.16%, el

testigo regional obtuvo un 59.46%, todos en comparación con el testigo absoluto.

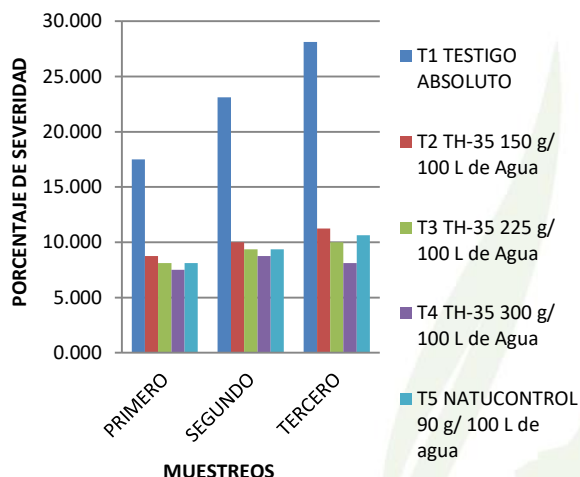


Figura 2. Porcentaje de severidad causada por *Rhizoctonia sp.* tras la aplicación del fungicida TH-35 a tres distintas dosis, en comparación con un testigo regional (NATUCONTROL.) y un testigo absoluto en el cultivo de Jitomate; Tlayacapan, Morelos

Tercera evaluación: Nuevamente todos los tratamientos donde se aplicó fungicida fueron estadísticamente iguales entre sí (B) y demostraron diferencia estadística significativa con el testigo absoluto (A), en esta evaluación la severidad en los tratamientos con TH-35 se mantuvo por debajo de 11.25% (150 g/ 100 L de agua) lo que derivó en una efectividad máxima del 71.11% (300 g/ 100 L de agua) valores notablemente superiores a lo expresado en el testigo absoluto.

Discusión

El biocontrol por parte de *Trichoderma* en el manejo integrado de enfermedades en campo, causada por hongos fitopatógenos, ha sido desmostrada por su capacidad antagónica frente a agentes causales de pudriciones radiculares y marhitamientos como lo es *Rhizoctonia solani* (Tovar, 2008).

Sánchez (2009) reportó que aplicaciones de cepas de *Trichoderma harzianum* frente al tratamiento testigo sobresalieron disminuyendo el nivel de daño de *R. solani*, adicional a esto mejoró el rendimiento total del cultivo de tomate. Santander y colaboradores (2003) en su estudio de control biológico de *Rhizoctonia solani* mencionaron que en los suelos expuestos y aplicación de *Trichoderma spp.* mostraron menor nivel de daño radical en comparación con suelos únicamente solarizados.

El control de *Rhizoctonia solani* se vió favorecido con la aplicación de TH-35 ya que el análisis estadístico arrojó resultados de incidencia menores a 22.5% y de severidad menores a 11.25% en comparación con el testigo absoluto, esto indica que la incorporación de TH-35 (*T. harzianum*) vía drench en el cultivo de jitomate limitó la aparición de la enfermedad, resultados que coinciden con lo citado por Guédez y colaboradores (2012) dónde el tratamiento con el biocontrolador presentó un 23% de plantas enfermas.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones agroclimáticas en las que fue conducido el presente estudio de efectividad biológica se concluye lo siguiente:

- Al finalizar el estudio, el porcentaje de efectividad biológica expresada por producto evaluado y en comparación con el testigo absoluto fue:
 - La dosis baja de TH-35 de 150 g/ 100 L de agua se expresó un 60.00%.
 - La dosis media de TH-35 de 225 g/ 100 L de agua se expresó un 64.44%.
 - La dosis alta de TH-35 de 300 g/ 100 L de agua se expresó un 71.11%.
- El testigo regional NATUCONTROL a la dosis de 90 g/ 100 L de agua tuvo una efectividad del 62.22% y no presentó significancia estadística con el producto probado.
- El fungicida TH-35 mostró diferencias estadísticas significativas con el testigo absoluto y alcanzó porcentajes de efectividad biológica por encima a los establecidos por la normatividad vigente para plaguicidas microbianos.
- El cultivo de jitomate no mostró daños por fitotoxicidad durante el presente estudio tras la aplicación del fungicida TH-35.
- Se recomienda el uso del fungicida TH-35 bajo las siguientes condiciones:

Cultivo	Plaga	Forma de aplicación	Dosis g/100 L de agua	Especificaciones
Jitomate	Damping off (<i>Rhizoctonia sp.</i>)	Vía drench	150-300	Aplicar al trasplante 3 aplicaciones cada 14 días Aplicar con un volumen de agua de 700 L/ha

Cuadro 1. Porcentaje de severidad causada por *Rhizoctonia sp.* y efectividad biológica tras la aplicación del fungicida TH-35 a tres distintas dosis, en comparación con un testigo regional (NATUCONTROL.) y un testigo absoluto en el cultivo de Jitomate en el ensayo realizado en Tlayacapan, Morelos de mayo a junio 2019.

TRATAMIENTO	MUESTREOS								
	PRIMERO		SEGUNDO		TERCERO				
	Media	**E.B.	Media	**E.B.	Media	**E.B.			
T1 TESTIGO ABSOLUTO	17.50	A	0.00	23.125	A	0.00	28.125	A	0.00
T2 TH-35 150 g/ 100 L de agua	8.75	B	50.00	10.000	B	56.76	11.250	B	60.00
T3 TH-35 225 g/ 100 L de agua	8.12	B	53.57	9.375	B	59.46	10.000	B	64.44
T4 TH-35 300 g/ 100 L de agua	7.50	B	57.14	8.750	B	62.16	8.125	B	71.11
T5 NATUCONTROL 90 g/ 100 L de agua	8.12	B	53.57	9.375	B	59.46	10.625	B	62.22

Valores con la misma letra no son significativamente diferentes entre sí (Tukey $\alpha=0.05$).

** E.B: Efectividad biológica expresada en porcentaje

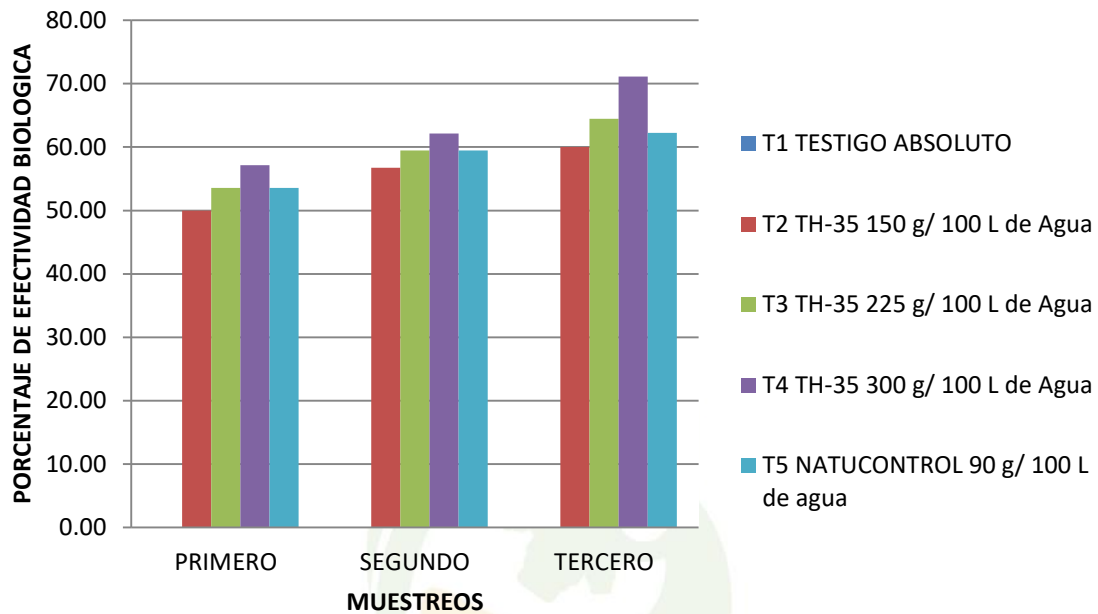


Figura 3. Efectividad biológica tras la aplicación del fungicida TH-35 a tres distintas dosis, en comparación con un testigo regional (NATUCONTROL.) y un testigo absoluto en el control de *Rhizoctonia sp.* en el cultivo de Jitomate; Tlayacapan, Morelos.

Referencias bibliográficas

Abbott, W. S. 1923. A method of computing the effectiveness of and insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18: 265-267.

Infante, D., Martínez, B., González, N. y Reyes, Y. 2009. Mecanismos de acción de *Trichoderma* frente a hongos fitopatógenos. *Revista de protección vegetal*, 24(1): 14-21.

Guédez, C., Cañizalez, L.M., Castillo, C. y Olivar, R. 2012. Control de *Rhizoctonia solani* Kuhn en tomate (*Lycopersicon esculentum*) con el hongo *Trichoderma Harzium*. *Revista Academia*, XI (24).

González, R.M., Castellanos, G.L., Ramos, F. M. y Pérez, G.G. 2005. Efectividad de *Trichoderma* spp. para el control de hongos patógenos de la semilla y el suelo en el cultivo del frijol. *Fitosanidad*, 9(1): 37-41.

González, A. A., Mateos, R. R. A., López, M. M., Hernández, S. M. & González, C. A. (2013). Alternativas para el manejo de damping off en plántulas de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill (L, 1753) (Solanales: Solanaceae). *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan* 1 (1):1-10 p.

Sánchez, T.S.V. 2009. Control biológico de *Rhizoctonia solani* (Kuhn) mediante 2 cepas mejoradas de *Trichoderma harzianum* (Rifaí) en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Tesis de licenciatura. Universidad de Chile, Santiago, Chile.

Santander, C., Montealegre., J.R. y Herrera, R. 2003. Control biológico de *Rhizoctonia solani* en tomate en suelos previamente sometidos a solarización y bromuro de metilo. *Ciencia e investigación Agraria*. 30 (2): 107-112. [®]

SEMINIS. Marchitamiento fúngico (Damping off). En: <http://www.seminis.mx/recursos/guia-de-enfermedades/tomates/sclerotinia-stem-rot-watery-soft-rot/>. Fecha de consulta: 25/07/2019.

Tovar, C.J.C. 2008. Evaluación de la capacidad antagonista "in vivo" de aislamientos de *Trichoderma* spp. frente al hongo fitopatógeno *Rhizoctonia solani*. Tesis de licenciatura. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

Townsend, G. R. and J. W. Heuberger. 1943. Methods for estimating losses caused by diseases in fungicides experiments. *The Plant Diseases Report* 27: 340-343.

ACTA DE VERIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

(Se anexa al final del informe).