

EVALUACIÓN *in vitro* DE LA ACCIÓN DE FUNGICIDAS CONTRA *Fusarium oxysporum* (Sheld) CAUSANTE DE LA MARCHITEZ DEL TOMATE DE CÁSCARA (*Physalis ixocarpa* Brot.)

Edgar Martínez-Fernández^{1*}, J. César García-Montalvo¹ y Patricia Martínez-Jaimes¹

¹Centro de Investigaciones Biológicas.Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos. CP 62209.

Correo-e: edgar@uaem.com

*Autor para correspondencia

RESUMEN

En el Estado de Morelos, la producción del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) se ve mermada por problemas fitosanitarios entre los que destaca la marchitez causada por el hongo *Fusarium oxysporum*. Para disminuir los daños por este patógeno, los agricultores aplican entre otros los siguientes fungicidas: Tiofanato metílico, 2-(Tiocianometiltio benzotiazol) (TCMTB) y Metalaxil por lo que, el objetivo del presente trabajo fue evaluar *in vitro* la actividad antifúngica de los productos mencionados e incluyendo además uno a base de ácidos orgánicos y de esta manera disponer de información acertada para el manejo adecuado de esta enfermedad. En un diseño completamente al azar, con 24 tratamientos y 10 repeticiones se evaluaron seis concentraciones de cada fungicida: 5 ppm, 50 ppm, 100 ppm, 250 ppm, 500 ppm y

1000 ppm. La eficacia de los fungicidas fue determinada por el porcentaje de inhibición del crecimiento del micelio. Los resultados indican que el TCMTB y Tiofanato metílico inhiben completamente el crecimiento micelial a dosis de 50 ppm. La mezcla de ácidos orgánicos inhibió un 80.37% a 1000 ppm, mientras que el Metalaxil a la misma concentración inhibió un 70.33%.

Palabras clave: tomate de cáscara, *Fusarium oxysporum*, fungicidas, crecimiento micelial, porcentaje de inhibición.

ABSTRACT

In the Morelos State, one of the phytosanitary problems limiting husk tomato (*Physalis ixocarpa*) production is vascular wilting caused by the fungus *Fusarium oxysporum*. To minimize damage by this pathogen, growers apply fungicides include the following: Thiophanate-methyl, 2-(Thiocyanomethylthio) benzothiazole (TMCTB) and Metalaxyl. The objective of

this study was to evaluate *in vitro* the antifungal activity of the products mentioned including one with organic acids and thus provide accurate information for proper management of this disease. In a completely randomized design with 24 treatments and 10 repetitions six concentrations of each fungicide were evaluated: 5 ppm, 50 ppm, 100 ppm, 250 ppm, 500 ppm y 1000 ppm. The efficacy of fungicides was determined by the percentage inhibition of the mycelial growth. The results indicate that TCMTB and Thiophanate-methyl completely inhibit the mycelial growth at a dose of 50 ppm. The organic acid mixture inhibited 80.37% at a dose of 1000 ppm, whereas the Metalaxyl to the same concentration inhibited 70.33%.

Key words: *Fusarium oxysporum*, fungicides, mycelial growth, inhibition percentage.

INTRODUCCIÓN

Actualmente la producción del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) tiene importancia nacional, ya que se cultiva en 27 estados de la República Mexicana y sólo cuatro hortalizas se siembran en mayor superficie: papa (*Solanum tuberosum*), jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), chile (*Capsicum annum* L.) y cebolla (*Allium cepa* L.).

En el estado de Morelos el cultivo de tomate se realiza en diferentes municipios, principalmente durante la temporada de lluvias. Para el año 2007 se reporta una producción de 29,172.80 ton en una superficie de 1963.10 ha. (SIAP, 2007). En las zonas productoras, uno de los problemas fitosanitarios principales es el de la marchitez causada por el hongo *Fusarium oxysporum*, así como ocurre en otras partes del país (Esparza-González, 1999; Nava-Díaz, 1995). Este hongo fitopatógeno tiene una distribución mundial como habitante del suelo y como causante de diferentes enfermedades en raíces y tallos de un gran

número de plantas cultivadas (Holliday, 1980). En México se ha reportado causando enfermedades en diferentes cultivos: jitomate, papa, frijol, chícharo, cebolla, col, rábano, pepino, melón, sandía, plátano, café, tabaco, gladiolo, clavel, y algodón (Jones *et al.*, 2001; Romero, 1993). El síntoma característico de esta enfermedad en el tomate de cáscara es la necrosis de los haces vasculares, apreciable mediante un corte transversal del tallo infectado, donde se observan los haces vasculares de color oscuro, formando un anillo. La marchitez de la planta es producto probablemente de la obstrucción de los vasos xilemáticos por el micelio, esporas, geles y tilosas, así como por la acción individual y combinada de toxinas, enzimas hidrolíticas y reguladores del crecimiento (Holliday, 1980).

La práctica más común para reducir los daños por este patógeno es la aplicación de fungicidas cuando inicia la aparición de los síntomas. Los productores de algunas localidades del estado de Morelos utilizan los siguientes productos comerciales: Ridomil Gold 4E® (metalaxil), Cercobin-M® (Tiofanato metílico) y el Busan 30W® (2-Tiocianometiltio benzotiazol). Considerando lo anterior el presente trabajo tiene como objetivo evaluar *in vitro* la actividad antifúngica de los productos anteriormente mencionados así como el de un producto a base de ácidos orgánicos (Agrilife®) y así proporcionar información acertada y reciente para el manejo de esta enfermedad a los productores de tomate.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en el Laboratorio de Entomología y Fitopatología del Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos y fue realizado tomando en cuenta la metodología recomendada por otros autores (Kopacki y Wagner, 2006). Los fungicidas evaluados en el presente trabajo

son los que se aplican en los cultivos de tomate de acuerdo a la información proporcionada por los productores de diferentes localidades del estado de Morelos; estos son: el TCMTB (Busan 30W[®]), el Tiofanato metílico (Cercobin-M[®]), el Metalaxil (Ridomil Gold 4E[®]) e incluimos un producto compuesto por una mezcla de ácidos orgánicos (Agrilife[®]) (Cuadro 1) y de cada uno de estos productos se evaluaron seis concentraciones: 5 ppm, 50 ppm, 100 ppm, 250 ppm, 500 ppm y 1000 ppm. Para obtener las concentraciones mencionadas se añadieron soluciones de los fungicidas en cantidades requeridas en el medio de cultivo agar dextrosa y papa (ADP) esterilizado cuando su temperatura había descendido a 45-50 °C. El medio preparado se distribuyó uniformemente en cajas de Petri de 90 mm de diámetro. Posteriormente cuando el medio de cultivo con los fungicidas había solidificado en las cajas de Petri se colocaron discos con el micelio del patógeno de 10 días de edad. Se utilizaron cajas de Petri solo con medio de cultivo ADP como testigos. Todas las cajas de Petri se colocaron bajo luz continua a 25 ± 2 °C.

Se utilizó un diseño completamente al azar con 24 tratamientos (combinación de cuatro fungicidas y seis concentraciones) con 10 repeticiones cada una.

La variable a medir fue: El porcentaje de inhibición micelial.

La eficacia de los fungicidas fue determinada por el porcentaje de inhibición del crecimiento del micelio. El porcentaje de inhibición (PI) del hongo sobre el control fue calculado usando la fórmula siguiente:

$$PI = (A-B)/A \times 100$$

Donde,

A = es el crecimiento radial en mm del hongo en las cajas de Petri testigo.

B = es el crecimiento radial en mm del hongo en las cajas de Petri tratadas.

Para determinar el efecto de las concentraciones de los fungicidas sobre el hongo, cada 24 horas se tomaron medidas del crecimiento micelial hasta que las cajas de Petri testigo eran cubiertas completamente por el micelio del hongo.

Con los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza para detectar diferencias entre los tratamientos, posteriormente los datos se analizaron mediante la prueba de Tukey determinándose los productos y las concentraciones que influyeron en el crecimiento micelial.

Cuadro 1. Características de los fungicidas evaluados *in vitro* contra *F. oxysporum* (Sheld) causante de la marchites del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.).

TRATAMIENTOS (INGREDIENTE ACTIVO)	NOMBRE COMERCIAL	CONCENTRACIÓN
2-(Tiocianometiltio) benzotiazol (TCMTB)	Busan 30W [®]	30%
Tiofanato metílico	Cercobin -M [®]	70%
Metalaxil	Ridomil Gold 4E [®]	46.2%
Mezcla de ácidos orgánicos	Agrilife [®]	2.5%

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de las pruebas *in vitro* con los cuatro productos mostraron una capacidad significativamente más alta del Tiofanato metílico y del TCMTB para inhibir el crecimiento micelial de *F. oxysporum* para cada concentración evaluada. El Metalaxil no inhibió completamente el crecimiento del hongo incluso a la concentración más elevada de 1000 ppm utilizada en el presente estudio, se observó además que a esta concentración la mezcla de ácidos orgánicos tuvo un efecto mayor en el porcentaje de inhibición de este fitopatógeno.

En general, el porcentaje de inhibición fue variable de acuerdo al incremento en la concentración, de 11.0 a 70.33% para Metalaxil y de 29.62 a 80.37% para la mezcla de ácidos orgánicos. Se obtuvo una inhibición de 70.11% a 100% para el TCMTB y de 12.38% a 100% para Tiofanato metílico (Cuadro 2). Al final del experimento, se observó una inhibición completa de *F. oxysporum* en los medios conteniendo al menos 50 ppm de Tiofanato metílico y TCMTB (Figura 1)

La literatura menciona la alta sensibilidad de muchas especies de *Fusarium* al TCMTB y el Tiofanato metílico, o más generalmente a los fungicidas benzimidazoles (Hewitt, 1998). Guerrero-Aguilar *et al.*, (2007) señalan que el TCMTB

inhibió el crecimiento *in vitro* de *Phytophthora capsici* y *F. oxysporum* a las concentraciones de 50, 100, 250 y 500 ppm. Sin embargo estos autores mencionan que ocurrió el crecimiento de *F. oxysporum* a los 10 días después de iniciado el bioensayo, situación que no ocurrió en la presente investigación.

El Tiofanato metílico pertenece al grupo de los fungicidas benzimidazoles los cuales han demostrado su eficacia para el control de un amplio rango de ascomycetes, deuteromycetes y basidiomycetes (Delp, 1995). En el presente trabajo se comprueba su eficacia para inhibir el crecimiento de *F. oxysporum* (Figura 2) y por tanto es altamente recomendable para ser aplicado en campo e invernadero para el tratamiento de enfermedades de pudriciones de raíz y marchiteces de plantas cultivadas.

El Metalaxil se incluye dentro de los fungicidas fenilamidas que actúan en estados específicos del desarrollo de los Oomycetos (Hewitt, 1998); aunque la base para tal especificidad es desconocida, se tiene información de que el Metalaxil actúa al inhibir la síntesis del ARN ribosomal provocando la interrupción de la síntesis de proteínas (Davidse y van der Berg-Valthuis, 1989). Este fungicida es capaz de causar una moderada inhibición del crecimiento de *F. oxysporum* a concentraciones muy altas y de esta manera se debe evitar su uso para el control de la marchitez causada por esta especie.

Cuadro 2. Porcentaje de inhibición del crecimiento micelial *in vitro* de *Fusarium oxysporum* en ADP adicionado con diferentes concentraciones de fungicidas.

TRATAMIENTOS (FUNGICIDAS)	C O N C E N T R A C I O N E S					
	5 ppm	50 ppm	100 ppm	250 ppm	500 ppm	1000 ppm
TCMTB	70.11 a*	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
Tiofanato metílico	12.38 c	100 a	100 a	100 a	100 a	100 a
Metalaxil	11.0 c	34.07 c	35.66 c	56.24 c	60.0 c	70.33 c
Mezcla de ácidos orgánicos	29.62 b	57.03 b	69.63 b	75.18 b	76.66 b	80.37 b

*En las columnas, letras iguales no son estadísticamente diferentes.

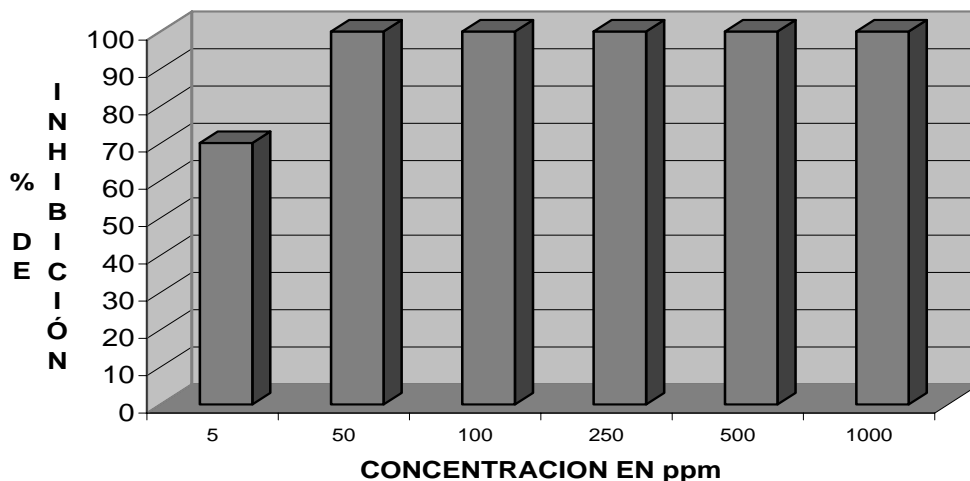


Figura 1. Porcentaje de inhibición *in vitro* de *Fusarium oxysporum* en cada una de las concentraciones de TCMTB

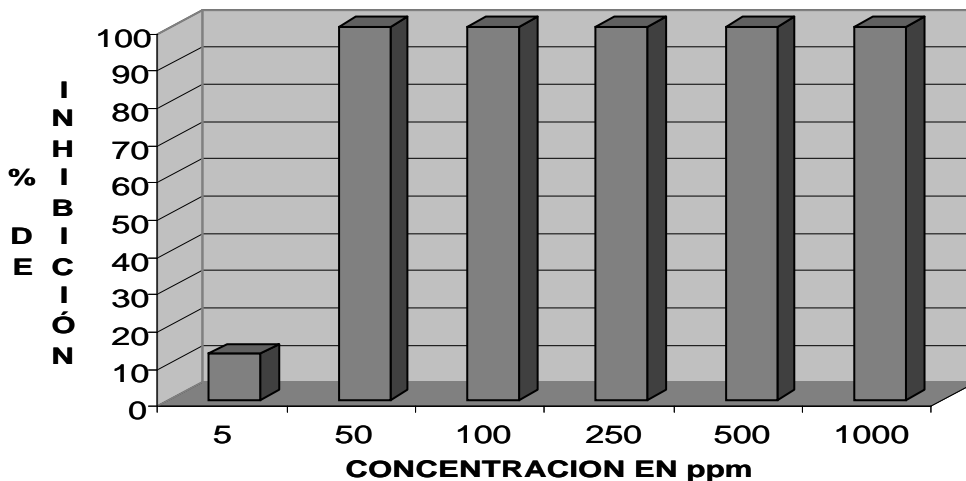


Figura 2. Porcentaje de inhibición *in vitro* de *Fusarium oxysporum* en cada una de las concentraciones de Tiofanato metílico.

El producto conteniendo la mezcla de ácidos orgánicos ejerce su acción sobre hongos fitopatógenos al alterar la permeabilidad de la membrana celular y causando su muerte. Se recomienda para el control de hongos y bacterias que causan enfermedades en plantas. Sin embargo en

la literatura no existen reportes de laboratorio o campo que indiquen su efectividad para el control de fitopatógenos. En el presente estudio a la concentración de 1000 ppm ejerció un 80.37% de inhibición en el crecimiento de *F. oxysporum*, un porcentaje superior que el Metalaxil a la

misma concentración. Por tanto se podría considerar a este compuesto para ser incorporado a los programas de manejo de

plantas cultivadas que durante su desarrollo presenten infecciones por *Fusarium oxysporum*.

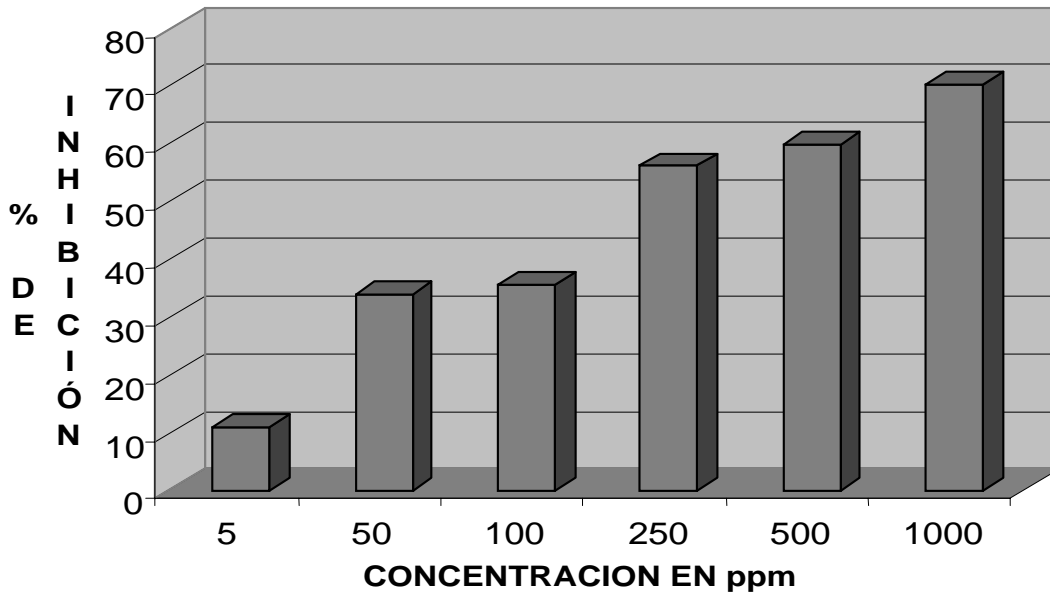


Figura 3. Porcentaje de inhibición *in vitro* de *Fusarium oxysporum* en cada una de las concentraciones de Metalaxil

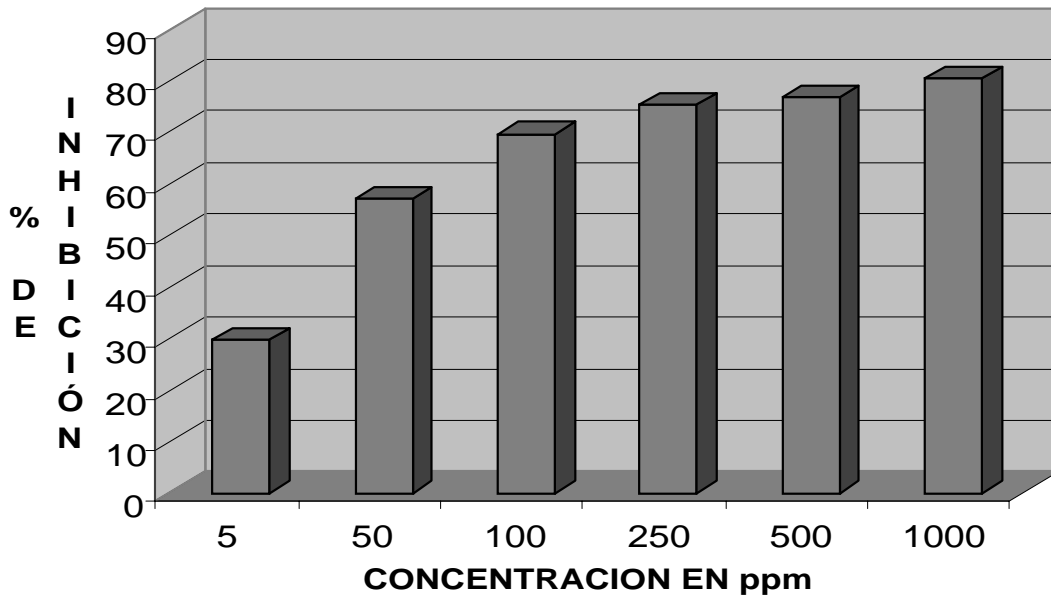


Figura 4. Porcentaje de inhibición *in vitro* de *Fusarium oxysporum* en cada una de las concentraciones de la mezcla de ácidos orgánicos.

LITERATURA CITADA

Davidse, L. G. and G. C. M. van der Berg-Valthius. 1989. Biochemical and molecular aspects of the phenylamide fungicide-receptor interaction in plant pathogenic *Phytophthora* spp. In: Lugtenberg, B. J. J. (ed.) Signal Molecules in Plants and Plant-Microbe Interactions. Springer-Verlag, Berlin, 261-278 pp.

Delp, C. J. 1995. Benzimidazole and related fungicides. In: Lyr, H. (ed.) Modern Selective Fungicides. 2nd ed. Gustav Fisher. Jena, 291-303 pp.

Esparza-González, M. Y. 1999. Etiología de los hongos de la raíz del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Tesis. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

Guerrero-Aguilar, B. Z., M. M. González-Chavira, E. Villardo Pineda, J. L. Pons-Hernández, I. Pérez-Pacheco, O. Castro Crespo y E. Ruiz Cobos. 2007. Efecto de Busan W contra patógenos involucrados en la marchitez de chile. Memorias de la Cuarta Convención Nacional del Chile. Querétaro, Qro.

Hewitt, H. G. 1998. Fungicides in Crop Protection. CAB International. Wallingford, 221 pp.

Holliday, P. 1980. Fungus Diseases of Tropical Crops. Cambridge University Press. Cambridge, 607 pp.

Jones, J. B., R. E. Stall y T. A., Zitter. 2001. Plagas y enfermedades del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, 74 pp.

Kopacki, M., and T. Wagner. 2006. Effect of some fungicides on mycelium growth of *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc. pathogenic to chrysanthemum (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev). Agronomy Research 4: 237 – 240.

Nava-Díaz, C. 1995. Identificación de las enfermedades fungosas del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en el estado de Morelos y sureste del Estado de México. Tesis. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

SIAP, 2007. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México, D. F.

Romero, C. S. 1993. Hongos fitopatógenos. Dirección del Patronato Universitario, A. C. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México, 347 pp.