

Efecto de Aplicaciones de Fungicidas Sobre la Incidencia de la Marchitez (*Phytophthora capsici* Leo.) del Jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en Invernadero

Ernesto Fernández-Herrera, Marcelo Acosta-Ramos y Víctor Manuel Pinto,
Universidad Autónoma Chapingo, Programa en Protección Vegetal, Depto. de Parasitología
Agrícola, km 38.5 Carr. México-Texcoco, Chapingo, Edo. de México CP 56230.
Correspondencia: acostam_14@yahoo.com.mx; netofh@hotmail.com

(Recibido: Agosto 04, 2006 Aceptado: Septiembre 25, 2006)

Fernández-Herrera, E., Acosta-Ramos, M. y Pinto, V.M. 2007. Efecto de aplicaciones de fungicidas sobre la incidencia de la marchitez (*Phytophthora capsici* Leo.) del jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernadero. Revista Mexicana de Fitopatología 25:186-189.

Resumen. Se evaluó la eficacia de control de tres fungicidas sistémicos aplicados en dosis alta y baja en forma curativa y preventiva en plantas de jitomate var. Río Grande de 35 días de edad inoculadas con *Phytophthora capsici*. La dosis alta de metalaxil 46.2% y fosetyl-aluminio 80% aplicada curativamente, mostraron la incidencia menor de la enfermedad (16.7%) a los 34 días después de la inoculación con respecto al testigo (100%), obteniendo ambos fungicidas una eficacia de control de 83.3%. La aplicación preventiva de metalaxil 46.2% y metalaxil 25.3% no permitieron el desarrollo de la enfermedad. Fosetyl-aluminio 80% aplicado de manera preventiva tuvo una eficacia de control de la enfermedad de 83.3%, pero no mostró diferencias estadísticas con respecto a su aplicación curativa. El control químico de la marchitez del jitomate fue más eficaz cuando los fungicidas se aplicaron de manera preventiva, con respecto a la aplicación curativa.

Palabras clave adicionales: Metalaxil, fosetyl-aluminio, eficacia.

Abstract. Three systemic fungicides were evaluated at high and low rates in curative and preventive applications on 35 day old tomato plants var. Rio Grande inoculated with *Phytophthora capsici*. The high rate of metalaxyl 46.2% and fosetyl-aluminum 80% in curative application produced the lowest disease incidence (16.7%), 34 days after inoculation (dai) as compared to the control (100%); both fungicides showed a control effectiveness of 83.3%. Metalaxyl 46.2% and metalaxyl 25.3% did not allow disease development in preventive applications. Fosetyl-aluminum 80% applied preventively, showed a 83.3% effectiveness to control the disease, but it was not statistically different from its curative application. Chemical control of tomato wilt was more effective when fungicides were used in preventive applications rather than curative applications.

Additional keywords: Metalaxyl, fosetyl-aluminum, effectiveness.

La marchitez del jitomate causada por el oomiceto *Phytophthora capsici* Leo., es uno de los factores que limitan la productividad del cultivo en México, estimándose pérdidas de hasta 50% en los estados de Nayarit y Jalisco (Mendoza y Pinto, 1983). Se ha encontrado afectando cultivos de berenjena (*Solanum melongena* L.), calabacita (*Cucurbita pepo* L.), melón (*Cucumis melo* L.), jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), cacao (*Theobroma cacao* L.), fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.), pepino (*Cucumis sativus* L.) y sandía [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. y Nakai]. Bajo condiciones favorables de temperatura (25 a 28°C) y humedad alta del suelo, *P. capsici* es sumamente agresivo capaz de destruir campos enteros de jitomate (Romero-Cova, 1988). Esta investigación tuvo como objetivo evaluar la eficacia de metalaxil 46.2%, fosetyl-aluminio 80% y metalaxil 25.3% en aplicaciones preventivas y curativas para el control de la marchitez del jitomate en condiciones de invernadero.

La presente investigación se realizó dos veces, de junio a agosto y de agosto a octubre de 2005, originándose a partir de un aislamiento monozoospórico de *Phytophthora capsici* aislado de plantas de jitomate con marchitez de Texcoco Edo. de México e identificado previamente en otras investigaciones por Fernández-Herrera y Acosta-Ramos (2005).

Preparación del inóculo. El aislamiento monozoospórico de *P. capsici* se sembró en cinco cajas con medio de cultivo jugo de tomate-agar (TA) para su incremento masivo. Posteriormente, en cajas Petri con 20 mL de agua destilada esterilizada se colocaron 10 discos de medio de cultivo contenido micelio del aislamiento. El material se incubó a 25°C por tres días para la formación de esporangios y la posterior liberación de sus zoosporas. La liberación se logró después de poner la caja Petri a 12°C por media hora (Ramírez-Villapudua y Romero-Cova, 1980). Posteriormente, con la ayuda de un hemaciómetro se cuantificó la solución madre previamente preparada, la cual se ajustó a una concentración de 5×10^4 zoosporas·mL⁻¹ (Fernández-Herrera *et al.*, 2005).

Tratamientos y su aplicación. Los tratamientos evaluados fueron: Metalaxil 46.2% (Ridomil Gold 4E, concentrado emulsionable) en dosis de $1.5 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$ y $2.5 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$ de producto comercial (p.c.); fosetyl-aluminio 80% (Alette WDG, gránulos dispersables) en dosis de $2.5 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ y $3.5 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ (p.c.); metalaxil 25.3% (Tokat 240 CE, concentrado emulsionable) en dosis de $2 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$ y $4 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$ (p.c.); un testigo con *P. capsici* (5×10^4 zoosporas·mL $^{-1}$ x planta); y un testigo absoluto (sin hongo ni fungicida). De cada una de estas soluciones se aplicaron 50 mL $^{-1}$ a cada planta de jitomate. La aplicación de los fungicidas para el control de *P. capsici* se realizó una sola vez y de dos maneras distintas: 1) Curativa, seis horas después de la inoculación de las plantas con *P. capsici* (Stevenson, 2001), y 2) preventiva, 10 min antes de la inoculación de *P. capsici* en las plantas de jitomate de 35 días de edad.

Inoculación de *P. capsici* y manejo del experimento. La inoculación se realizó al cuello de las plantas con 1 mL de una solución que contenía 5×10^4 zoosporas·mL $^{-1}$ de *P. capsici*. Las plantas se regaron cada tercer día con la misma cantidad de agua (500 mL) por planta y se mantuvieron en invernadero por 35 días a una temperatura de $25 \pm 5^\circ\text{C}$ y una humedad relativa de $80 \pm 5\%$.

Variables evaluadas. Se evaluó a los 17 y 34 ddi el número de plantas que mostraron síntomas con respecto al número total de plantas. La eficacia de los fungicidas se determinó con la fórmula de Abbott (1925) = $(IT - it / IT) 100$; donde: IT = Infección en testigo, It = Infección en tratamiento con fungicida. Los postulados de Koch se llevaron a cabo en cuatro plantas que desarrollaron síntomas de pudrición de raíz y cuello.

Diseño experimental y análisis estadístico. Se usó un diseño completamente al azar con tres repeticiones por tratamiento; la unidad experimental fueron seis plantas por repetición (una planta por maceta). Los resultados de incidencia y eficacia sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) y a una comparación de medias (Tukey, $P = 0.05$), utilizando el paquete estadístico SAS® (Statistical Analysis System, 1988). Ya que los resultados obtenidos de ambas investigaciones fueron similares, se presentan los datos del primer experimento.

Incidencia de la enfermedad y eficacia de los fungicidas en aplicación curativa. La incidencia menor de la marchitez del jitomate se observó en las plantas tratadas con las dosis altas de metalaxil 46.2% (M4), metalaxil 25.3% (M2) y fosetyl-aluminio 80% (F), con incidencias de 11.10, 11.10 y 16.7%, respectivamente, a los 17 días después de la inoculación (ddi), y por tanto, dichos fungicidas mostraron las mayores eficacias de control (88.9, 88.9 y 83.3%, respectivamente) (Cuadro 1). A los 17 ddi ambas variables de dichos tratamientos fueron iguales estadísticamente entre ellos. A los 34 ddi las dosis altas de M4, M2 y F fueron similares estadísticamente; sin embargo, la incidencia de la enfermedad se incrementó hasta 16.7, 27.8 y 16.7%, respectivamente, lo cual se tradujo en una eficacia de control menor del aislamiento fúngico evaluado, y fueron de 83.3, 72.2 y 83.3%, respectivamente. Dichos tratamientos fueron iguales estadísticamente en ambas

Cuadro 1. Incidencia de la marchitez del jitomate (*Phytophthora capsici*) y eficacia de control con fungicidas aplicados de manera curativa en plantas de jitomate (*Lycopersicon esculentum*) var. Río Grande.

Tratamiento ^y	17 ddi		34 ddi	
	Incidencia	Eficacia	Incidencia	Eficacia
M4db	27.80 bc ^z	72.2 bc	38.90 bc	61.10 bc
M4da	11.13 cd	88.9 ab	16.67 de	83.30 ab
Fdb	44.43 b	55.6 c	55.60 b	44.40 d
Fda	16.67 cd	83.3 ab	16.70 de	83.30 ab
M2db	44.43 b	55.6 c	44.43 bc	55.6 bc
M2da	11.13 cd	88.9 ab	27.80 cd	72.2 bc
T	100.0 a	0.0 d	100.0 a	0.0 e
TA	0.0 d	-----	0.00 c	-----
CV	23.14	10.87	16.44	9.87
DMS	21.30	21.3	17.77	17.77

^yM4db = Metalaxil 46.2%, dosis baja; M4da = Metalaxil 46.2%, dosis alta; Fdb = Fosetyl-aluminio 80%, dosis baja; Fda = Fosetyl-aluminio 80%, dosis alta; M2db = Metalaxil 25.3%, dosis baja; M2da = Metalaxil 25.3%, dosis alta; T = testigo (*P. capsici*); TA = testigo absoluto.

^zValores con la misma letra dentro de la misma columna son iguales estadísticamente (Tukey, $P < 0.05$).

variables. Así mismo, a los 34 ddi la incidencia mayor de la enfermedad y las eficacias de control menores, se apreciaron en las plantas de jitomate tratadas con las dosis bajas de M4, M2 y F con incidencias de 38.9, 44.4 y 55.6%, respectivamente, y por lo tanto, estos fungicidas mostraron las eficacias de control menores (61.1, 55.6 y 44.4%, respectivamente). Este comportamiento se puede deber a que la aplicación del fungicida se realizó cuando ya estaba presente la enfermedad; debido a lo anterior y a las características del producto, se recomienda la aplicación de manera preventiva.

Incidencia de la enfermedad y eficacia de los fungicidas en

Cuadro 2. Incidencia de *Phytophthora capsici* y eficacia de control de los fungicidas aplicados de manera preventiva en plantas de jitomate (*Lycopersicon esculentum*) var. Río Grande.

Tratamiento ^y	17 ddi		34 ddi	
	Incidencia	Eficacia	Incidencia	Eficacia
M4db	0.0 c ^z	100.0 a	5.6 cd	94.4 ab
M4da	0.0 c	100.0 a	0.0 d	100.0 a
Fdb	44.4 b	55.6 b	55.6 b	44.4 c
Fda	11.1 c	88.9 a	16.7 c	83.3 b
M2db	0.0 c	100.0 a	0.0 d	100.0 a
M2da	0.0 c	100.0 a	0.0 d	100.0 a
T	100.0 a	-----	100.0 a	-----
TA	0.0 c	-----	0.0 d	-----
CV	21.6	6.2	25.2	8.4
DMS	14.2	14.2	18.7	18.7

^yM4db = Metalaxil 46.2%, dosis baja; M4da = Metalaxil 46.2%, dosis alta; Fdb = Fosetyl-aluminio 80%, dosis baja; Fda = Fosetyl-aluminio 80%, dosis alta; M2db = Metalaxil 25.3%, dosis baja; M2da = Metalaxil 25.3%, dosis alta; T = testigo (*P. capsici*); TA = testigo absoluto.

^zValores con la misma letra dentro de la misma columna son iguales estadísticamente (Tukey, $P < 0.05$).

aplicación preventiva. No se presentó la marchitez del jitomate en plantas tratadas con las dosis bajas y altas de M4 y M2 a los 17 días después de la inoculación (ddi) (Cuadro 2). A los 17 ddi ambas variables de dichos tratamientos fueron iguales estadísticamente entre ellos, pero diferentes estadísticamente con la dosis baja de F. A los 34 ddi, el comportamiento de la dosis alta de M4 y la dosis baja y alta de M2 se mantuvieron constantes para ambas variables; sin embargo, la incidencia de la enfermedad se incrementó ligeramente en la dosis baja de M4 con una incidencia de 5.6% y una eficacia de 94.4%, siendo estadísticamente igual a la dosis alta de dicha fungicida. Las plantas tratadas con la dosis alta de F mostraron una incidencia de la enfermedad a los 17 y 34 ddi de 11.1 y 16.7%, respectivamente con respecto al tratamiento testigo, y por tanto, dichos tratamientos mostraron eficacias de control de 88.9 y 83.3%. El comportamiento (17 ddi) de la dosis alta de F fue estadísticamente igual a los demás tratamientos, pero diferente a la dosis baja de dicho fungicida, y a los 34 ddi fue estadísticamente diferente a todos los tratamientos a excepción de la dosis baja de M4. Por otro lado, a los 17 y 34 ddi la incidencia mayor de la enfermedad y la eficacia de control menor, se apreciaron en las plantas de jitomate tratadas con la dosis baja de F con una incidencia de 55.6% con respecto al tratamiento testigo (100%), y por tanto, una eficacia de control de 44.4 %, lo cual fue estadísticamente diferente a todos los demás tratamientos.

Incidencia de la marchitez del jitomate y comparación de eficacias de fungicidas aplicados preventiva y curativamente. Los porcentajes de incidencia de la marchitez del jitomate mayores y diferentes estadísticamente se observaron en las plantas de jitomate tratadas con los fungicidas aplicados de manera curativa (6 horas después de la inoculación) con respecto a la preventiva, a excepción del F que no mostró diferencias significativas entre la aplicación curativa y preventiva en ambas fechas de evaluación (Cuadro 3). La incidencia de la marchitez del jitomate en la dosis baja y alta de M4 aplicado de manera preventiva, se redujo en un 94.4 y 100%, respectivamente, con respecto a las plantas sin tratar.

Cuadro 3. Incidencia de la marchitez del jitomate (*Phytophthora capsici*) en aplicaciones preventivas y curativas de fungicidas.

Tratamiento ^y	Incidencia (17ddi)		Incidencia (34ddi)	
	Curativa	Preventiva	Curativa	Preventiva
M4db	27.8 a ^z	0.0 b	38.9 a	5.6 b
M4da	11.1 a	0.0 b	16.7 a	0.0 b
Fdb	44.40 a	44.40 a	55.6 a	55.6 a
Fda	16.7 a	11.1 a	16.7 a	16.7 a
M2db	44.4 a	0.0 b	44.4 a	0.0 b
M2da	11.1 a	0.0 b	27.8 a	0.0 b

^yM4db = Metalaxil 46.2%, dosis baja; M4da = Metalaxil 46.2%, dosis alta; Fdb = Fosetyl-aluminio 80%, dosis baja; Fda = Fosetyl-aluminio 80%, dosis alta; M2db = Metalaxil 25.3%, dosis baja; M2da = Metalaxil 25.3%, dosis alta.

^zValores con la misma letra dentro de la misma fila son iguales estadísticamente (Tukey, P < 0.05).

Cuadro 4. Eficacia de fungicidas aplicados de manera preventiva y curativa para el control de la marchitez del jitomate (*Phytophthora capsici*).

Tratamiento ^y	Eficacia (17 ddi)		Eficacia (34 ddi)	
	Curativa	Preventiva	Curativa	Preventiva
M4db	72.2 a ^z	100 b	61.1 a	94.4 b
M4da	88.9 a	100 b	83.3 a	100 b
Fdb	55.6 a	55.6 a	44.4 a	44.4 a
Fda	83.3 a	88.9 a	83.3 a	83.3 a
M2db	55.6 a	100 b	55.6 a	100 b
M2da	88.9 a	100 a	72.2 a	100 b

^yM4db = Metalaxil 46.2%, dosis baja; M4da = Metalaxil 46.2%, dosis alta; Fdb = Fosetyl-aluminio 80%, dosis baja; Fda = Fosetyl-aluminio 80%, dosis alta; M2db = Metalaxil 25.3%, dosis baja; M2da = Metalaxil 25.3%, dosis alta.

^zValores con la misma letra dentro de la misma fila son iguales estadísticamente (Tukey, P < 0.05).

Dichos porcentajes fueron mayores y diferentes estadísticamente con respecto a dicho fungicida aplicado de manera curativa, que mostró una reducción de la enfermedad de 61.1 y 83.3% a los 34 ddi (Cuadro 4). La aplicación preventiva de la dosis alta y baja de M2 redujeron la incidencia de la marchitez del jitomate en 100% a los 34 ddi con el aislamiento de *P. capsici* evaluado. El porcentaje anterior (100% de eficacia) fue mayor y diferente estadísticamente con respecto a los valores obtenidos con la aplicación curativa de la dosis baja y alta de dicho fungicida, que mostró una eficacia de control de la enfermedad de 55.6 y 72.2%, respectivamente. La aplicación preventiva de la dosis baja y alta de F redujo a los 34 ddi la incidencia de la marchitez del jitomate en 44.4 y 83.3%, respectivamente, lo cual no mostró diferencias estadísticas con respecto a los valores obtenidos con dicho fungicida aplicado de manera curativa, el cual permitió una reducción similar de la enfermedad de 44.4 y 83.3%, respectivamente.

LITERATURACITADA

Abbot, W.S. 1925. A method for computing the effectiveness of the insecticide. Journal of Economic Entomology 18:265-267.

Fernández-Herrera, E. y Acosta-Ramos, M. 2005. Síntomas y patogenicidad de hongos causantes de la pudrición de raíz y cuello en jitomate. Memorias del XXXII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Chihuahua, Chihuahua, México. Resumen, L-69.

Fernández-Herrera, E., Acosta-Ramos, M. y Ponce-González, F. 2005. Manejo químico de la marchitez del jitomate (*Phytophthora capsici* Leo.) en condiciones de invernadero. Memorias del XXXII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Chihuahua, Chihuahua, México. Resumen, L-75.

Mendoza-Zamora, C. y Pinto, C.B. 1983. Principios de Fitopatología y Enfermedades Causadas por Hongos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México, México. 85 p.

- Ramírez-Villapudua, J. y Romero-Cova, S. 1980. Supervivencia de *Phytophthora capsici* Leo., agente causal de la marchitez del chile. Agrociencia 39:9-18.
- Romero-Cova, S. 1988. Hongos Fitopatógenos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México, México. 347 p.
- SAS Institute. 1988. SAS/STAT user's guide. Release 6.03 edition. SAS Institute Cary, North Carolina, USA. 1028 p.
- Stevenson, W.R. 2001. Podredumbre del fruto y podredumbre de las raíces. pp. 11. En: J.B. Jones, J.P. Jones, R.E. Stall, y T.A. Zitter (eds.). Plagas y Enfermedades del Tomate. The American Phytopathological Society. Ediciones Mundiprensa (Edición en español). Madrid España. 74 p.