

Eficacia de fungicidas *in vitro* para el control de *Fusarium oxysporum* y *F. proliferatum*, agentes causales de marchitamiento en el cultivo de orégano en la Argentina*

Viviana E. Yossen** y Martha Y. Conles***

RESUMEN

En la Argentina, el orégano (*Origanum vulgare* L.) es un producto para consumo interno y exportación. La provincia de Córdoba ocupa el segundo lugar a nivel nacional en superficie cultivada con esta aromática, pero se presentan problemas de manejo agronómico y fitosanitario. *Fusarium oxysporum* Schltdl. y *F. proliferatum* (Matsushima) Nirenberg son los agentes causales del marchitamiento y la muerte de plantas en el cultivo. El objetivo de este trabajo fue evaluar *in vitro* la eficacia de fungicidas con distintos modos de acción y con grupos químicos no relacionados, para el control de los dos aislamientos locales de *Fusarium* spp. Los fungicidas evaluados fueron carbendazim, tiabendazol, tiofanato metil y tebuconazole -dentro de los sistémicos- y mancozeb, como fungicida de contacto, en tres dosis: la recomendada para su uso, la mitad y el doble. La eficacia de control de los fungicidas sobre los hongos se determinó con la técnica del alimento envenenado y se evaluó como el porcentaje de inhibición del crecimiento del micelio (PICM), para cada fungicida. Los ensayos se realizaron separadamente para cada especie del patógeno y se utilizó un diseño anidado completamente aleatorizado, con el factor dosis anidado dentro del factor fungicida. Los datos se analizaron mediante un Anava y las diferencias entre medias de tratamientos, con la prueba LSD Fisher ($p < 0,05$). *F. oxysporum* y *F. proliferatum* fueron susceptibles a todos los fungicidas, mostrando diferencias significativas ($p < 0,0001$) en los PICM con las distintas dosis ensayadas. En todos los casos, las dosis más altas produjeron los mayores PICM y las más bajas, los menores. Para ambos patógenos, los fungicidas sistémicos tebuconazole y carbendazim fueron los más eficaces para inhibir el crecimiento del micelio. Le siguen, en eficacia, el tiabendazol y el tiofanato metil y, por último, el fungicida de contacto mancozeb.

Palabras clave: *Origanum vulgare*, bencimidazoles, triazol, ditiocarbamato.

ABSTRACT

Efficacy of fungicides used *in vitro* to control *Fusarium oxysporum* and *F. proliferatum*, causal agents of oregano wilting in Argentina

In Argentina, the oregano herb (*Origanum vulgare* L.) is a product for both domestic consumption and exports. Córdoba province ranks second nationally for its area planted with this aromatic, but certain agronomic management and plant health problems have to be tackled. *Fusarium oxysporum* Schltdl. and *F. proliferatum* (Matsushima) Nirenberg are the causal agents of wilting and plant death in the crop. The objective of this experience was to evaluate *in vitro* the efficacy of fungicides with different modes of action and unrelated chemical groups in controlling both local *Fusarium* spp. isolates. Systemic fungicides carbendazim, thiabendazole, thiophanate-methyl and tebuconazole, as well as the contact fungicide mancozeb, were assessed at three different doses: the recommended one, half a dose and double dose. The efficacy of these fungicides in controlling fungi was determined using the poisoned food technique and assessed as the percent inhibition of mycelial growth (PIMG) as accomplished with each fungicide. Assays were performed separately for each species of the pathogen and a nested randomized complete block design was utilized, with the dose factor nested within the fungicide factor. Data were analyzed using Anava, and differences between treatment means with Fisher LSD ($p < 0,05$). *F. oxysporum* and *F. proliferatum* were susceptible to all fungicides, showing significant differences ($p < 0,0001$) in PIMG at the different doses tested. In all cases, higher doses produced the highest PIMG, whereas the lowest value was produced by lower doses. For both pathogens, the systemic fungicides tebuconazole and carbendazim were the most effective in inhibiting mycelial growth. These were followed in efficacy by thiabendazole and thiophanate-methyl, and finally by the contact fungicide mancozeb.

Key words: *Origanum vulgare*, benzimidazoles, triazole, dithiocarbamate.

*Trabajo subsidiado por la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Córdoba.

**Manejo Integrado de Plagas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba.

***Terapéutica Vegetal, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba.
mconles@agro.unc.edu.ar

INTRODUCCIÓN

En la Argentina, el orégano (*Origanum vulgare* L.) es un producto aromático para el consumo interno y exportación. Actualmente representa el 3,71% y 4,47% del volumen y del valor total exportado de aromáticas, respectivamente (Cameroni, 2012). La provincia de Córdoba ocupa el segundo lugar a nivel nacional en superficie cultivada con orégano (aproximadamente 300 ha), después de Mendoza (con más de 1000 ha). El Valle de Traslasierra, ubicado al oeste de la provincia de Córdoba, es la principal zona productora de hierbas aromáticas y medicinales (Sánchez, 2013). La producción de orégano contribuye substancialmente al sostenimiento de la economía regional y es realizada por pequeños productores minifundistas que trabajan superficies menores a 10 ha, con mano de obra principalmente familiar (Argüello *et al.*, 2012). El cultivo presenta problemas de manejo agronómico y de sanidad que se deberían solucionar para poder ofrecer un producto de buena calidad, aumentar los rendimientos actuales y posicionar favorablemente a esta zona de producción en el mercado nacional e internacional (Argüello *et al.*, 2012). Los rendimientos actuales son bajos: aproximadamente de 2000 a 2500 kg/ha/año en dos cortes anuales, siendo los rendimientos potenciales de 4000 kg/ha en el primer corte (Argüello *et al.*, 2012; Sánchez, 2013).

En los años 2009 y 2010, en los cultivos de orégano del Valle de Traslasierra se observaron plantas con síntomas de amarillamiento generalizado, marchitez, necrosis de hojas, raíces y corona, defoliación y muerte. Se realizaron aislamientos de tejidos internos de la corona y las raíces de las plantas enfermas y pruebas de patogenicidad, mediante las cuales se determinó que *Fusarium oxysporum* Schltdl. y *Fusarium proliferatum* (Matsushima) Nirenberg eran los agentes causales (Yossen *et al.*, 2010; Yossen y Conles, 2012).

En Córdoba, *Fusarium* spp. se encuentra ampliamente diseminado en los suelos de la zona productora de orégano (Gaetán *et al.*, 2007a y b; Wolcan y Grego, 2012). De acuerdo a encuestas realizadas a productores y extensionistas de la Agencia de Extensión Rural Villa Dolores-Córdoba, perteneciente al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), la propagación de esta especie se realiza por medio de división de matas y esquejes de plantas madres, cuya consecuencia es la conservación, acumulación y diseminación de enfermedades. A pesar de la incidencia de plantas con marchitamiento evaluada en un 41% y 57% en 2009 y 2010, respectivamente, aún no se han generalizado medidas efectivas para el manejo de esta enfermedad en la región (Yossen *et al.*, 2011).

El control de *Fusarium* se ha basado principalmente en el uso de herramientas tales como la resistencia, los tratamientos químicos al suelo y las

aplicaciones de fungicidas, entre otras técnicas culturales, físicas y biológicas. La generación de cultivares resistentes constituyó el avance más importante para el control de esta enfermedad. No obstante, existen razas del patógeno que pueden continuar enfermando a los cultivos (Chen and Zhou, 2009a; González *et al.*, 2012). Entre los grupos químicos eficaces para el control de *Fusarium*, se citan los bencimidazoles y triazoles -dentro de los sistémicos- y los imidazoles, fenilpirroles, ftalimidas y ditiocarbamatos dentro de los no sistémicos (Kang *et al.*, 2001; Suty-Heinze and Dutzmann, 2004; Fravel *et al.*, 2005; Kopacki and Wagner, 2006; Deepak and Lal, 2009; Jahanshir and Dzhililov, 2010; Yossen *et al.*, 2010; Casafe, 2011; Srivastava *et al.*, 2011). No obstante, en la Argentina los únicos fungicidas registrados para aplicar en orégano pertenecen a los grupos químicos estrobilurinas y dicarboximidas, que se utilizan para controlar otros patógenos (Senasa, 2013). Los fungicidas constituyen una herramienta valiosa en un programa de manejo del marchitamiento del orégano, aplicados en los esquejes antes de la plantación o en pulverizaciones dirigidas a la base de las plantas (Yossen *et al.*, 2010). Sin embargo, la alta variabilidad genética que existe dentro de las distintas especies del género *Fusarium* hace dificultoso seleccionar los mejores fungicidas para su control (Fravel *et al.*, 2005; Kopacki and Wagner, 2006; Chen and Zhou, 2009a y b; Deepak and Lal, 2009; Srivastava *et al.*, 2011). Los bencimidazoles y triazoles se caracterizan por favorecer la formación de cepas de patógenos resistentes (Fishel, 2013). Para minimizar el riesgo de aparición de resistencia, se ha enfatizado la necesidad de no realizar aplicaciones repetidas de fungicidas sitio-específicos, sino de utilizarlos alternadamente o en asociación con productos de grupos químicos no relacionados y con diferente modo de acción. Los ditiocarbamatos poseen múltiples sitios de acción en las células fúngicas y tienen un riesgo muy bajo de generar resistencia (Fishel, 2013). Sin embargo, se han encontrado aislamientos de diversos hongos fitopatógenos que presentaron resistencia y disminución de la sensibilidad al mancozeb (Sampath Kumar *et al.*, 2007; Henríquez *et al.*, 2011).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar *in vitro* la eficacia de fungicidas de distintos modos de acción y grupos químicos no relacionados, para el control de aislamientos locales de *F. oxysporum* y *F. proliferatum*, agentes causales del marchitamiento en cultivos de orégano en la provincia de Córdoba, R. Argentina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron aislamientos de *Fusarium oxysporum* y *F. proliferatum*, obtenidos de plantas de orégano con síntomas de marchitamiento, provenientes de la zona productora del Valle de Traslasierra, provincia de Córdoba, República Argentina. Yossen y Conles (2012) mencionan

por primera vez a *F. proliferatum* causando marchitamiento en plantas de orégano en la Argentina. Los hongos se cultivaron a partir de trozos necrosados de tejidos internos de la corona y raíz de las plantas. Se desinfectaron con etanol al 70% durante un minuto y con una solución de hipoclorito de sodio comercial (50 g/l de Cl activo) al 10%. Posteriormente, se sembraron en cajas de Petri con agar papa glucosado (APG) 2%, pH 6, y se incubaron en una cámara a 23±1°C hasta su utilización.

Los fungicidas evaluados fueron carbendazim SC 50%, tiabendazol SC 50%, tiofanato metil SC 50% y tebuconazole EW 25% -dentro de los sistémicos- y mancozeb WP 80%, como fungicida de contacto. Se evaluaron en tres dosis: la dosis recomendada para su uso, la mitad y el doble de esta (Tabla 1).

Para evaluar la eficacia de control de los fungicidas sobre *F. oxysporum* y *F. proliferatum*, se utilizó la técnica del alimento envenenado (Dhingra and Sinclair, 1985). Discos de 6 mm de diámetro de micelio de cada aislamiento del patógeno, cultivados durante cinco días sobre APG 2%, pH 6, se sembraron en el centro de cajas de Petri de 90 mm de diámetro con el mismo medio de cultivo, al que se le adicionó previamente una suspensión acuosa del fungicida en la dosis a evaluar. Como controles, se utilizaron cajas con APG 2%, pH 6, sin la adición del

fungicida. Además, para evitar la contaminación con bacterias, se incorporaron al medio de cultivo del ensayo 25 ppm de de cloranfenicol (Quotal N. F., frasco ampolla 1 g, Bristol-Myers Squibb) y 20 ppm de estreptomina (frasco ampolla 1 g, Richet). Las cajas se incubaron en una cámara a 23±1°C durante siete días. Al cabo de ese tiempo, se midieron dos diámetros perpendiculares de las colonias desarrolladas y con estos se obtuvieron los diámetros promedio. La eficacia de control de los fungicidas se evaluó como el porcentaje de inhibición del crecimiento de las colonias para cada fungicida, con respecto al diámetro medio de las colonias de los controles. El porcentaje de inhibición de crecimiento del micelio (PICM) se calculó según la fórmula de Pandey *et al.* (1982).¹

La variable PICM fue sometida a transformación arco seno $\sqrt{x}$ para su análisis. Los ensayos se realizaron separadamente para cada especie y se condujeron en un diseño anidado totalmente aleatorizado, con el factor dosis anidado dentro del factor fungicida, debido a que las dosis fueron diferentes para cada fungicida. Se realizaron cuatro repeticiones por tratamiento. Los datos se analizaron mediante un Anava (InfoStat, 2012) y se determinaron las diferencias entre medias de tratamientos mediante la prueba de LSD Fisher ($p<0,05$).

$$PICM = \frac{\text{Diámetro promedio control} - \text{Diámetro promedio tratamiento}}{\text{Diámetro promedio control}} \times 100$$

Tabla 1. Fungicidas evaluados para el control de *F. oxysporum* y *F. proliferatum*. Ingrediente activo (i.a.), nombre químico y clasificación química, tipo de formulación (F), concentración del i.a. en porcentaje (C) y dosis ensayadas (D1, D2 y D3) en partes por millón (ppm).

Ingrediente activo (i.a.)	Nombre químico (*)	Clasificación química	F ^(*)	C ^(*)	Dosis (ppm)		
					D1	D2	D3
Carbendazim	2-metoxicarbamoil-benzimidazol	Bencimidazol	SC	50	0,40	0,80	1,60
Tiabendazol	2-(4-tiazolil)-benzimidazol	Bencimidazol	SC	50	1,00	2,00	4,00
Tiofanato metil	1,2 bis-(3 metoxicarbonil-2-tioureido) benceno	Bencimidazol	SC	50	0,40	0,80	1,60
Tebuconazole	Alfa-[2-(4 clorofenil) etil]- alfa-(1-1 dimetiletil)-1 H-1,2,4 triazol -1 etanol	Triazol	EW	25	0,20	0,40	0,80
Mancozeb	Etileno bis ditiocarbamato de manganeso coordinado con iones de zinc	Ditiocarbamato	WP	80	0,85	1,70	3,40

^(*) Fuente: Cámara Argentina de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes (Casafe).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

F. oxysporum y *F. proliferatum* fueron susceptibles a todos los fungicidas evaluados, mostrando diferencias significativas ($p < 0,0001$) en los PICM, con las distintas dosis utilizadas (Tablas 2 y 3). En todos los casos, las dosis más altas (D3) produjeron los mayores PICM y las dosis más bajas (D1) los menores PICM. Kopacki and Wagner (2006) probaron fungicidas triazoles, bencimidazoles y mancozeb para el control de *F. avenaceum* y determinaron, también, que estos fungicidas inhibían el crecimiento lineal del micelio *in vitro*.

Para *F. oxysporum*, en las dosis más altas (D3), tebuconazole y los tres bencimidazoles utilizados fueron los de mayor eficacia de control ($p < 0,0001$), con más del 98% del PICM (Tabla 2). No obstante, todos los fungicidas superaron el 93% de inhibición de crecimiento del micelio. En las dosis medias (D2) también fueron tebuconazole y los bencimidazoles los de mayor eficacia de control ($p < 0,0001$), pero los PICM fueron menores que en la dosis más alta (D3), mostrando valores entre el 94% y 97%. En la D2, la eficacia del mancozeb fue menor al 90%. En las dosis más bajas (D1), fueron tebuconazole y carbendazim los que mostraron un comportamiento superior ($p < 0,0001$), con más del 92% del PICM. Tiabendazol y tiofanato metil se comportaron de manera intermedia con valores cercanos al 80% y la eficacia de control del mancozeb fue la menor encontrada en todo el ensayo, con menos del 60% de PICM. Tebuconazole ha sido reportado como el fungicida más efectivo para controlar *Fusarium* spp. en granos de cereales (Kang *et al.*, 2001; Suty-Heinze and Dutzmann, 2004). Otros triazoles han mostrado elevada efectividad para controlar *Fusarium* spp. en diferentes cultivos (Kopacki and Wagner, 2006; Deepak and Lal, 2009; Jahanshir and Dzhalilov, 2010). Con respecto al carbendazim, Srivastava *et al.* (2011) mencionaron que el

crecimiento radial de *F. oxysporum* fue inhibido por este principio activo en diferentes dosis, en ensayos *in vitro*. Esto coincide con los resultados obtenidos en nuestros ensayos. También, Jahanshir and Dzhalilov (2010) consideraron que carbendazim posee un buen efecto preventivo y curativo sobre *F. oxysporum* en cultivos de tomate. Otros autores coincidieron en la alta eficacia de este fungicida y otros bencimidazoles para controlar otras especies de *Fusarium*, en distintos cultivos (Kopacki and Wagner, 2006; Deepak and Lal, 2009). Por otra parte, en China, la utilización del carbendazim como único control químico de la fusariosis del trigo produjo la aparición de poblaciones del patógeno resistentes al fungicida (Chen and Zhou, 2009a y b).

Para *F. proliferatum*, en las dosis más altas (D3) todos los fungicidas superaron el 94% de inhibición de crecimiento del micelio del hongo y los más eficaces ($p < 0,0001$) fueron los bencimidazoles, con más del 99% del PICM (Tabla 3). En las dosis intermedias (D2), tebuconazole y los tres bencimidazoles tuvieron una eficacia semejante, con más del 95% del PICM. En este aislamiento, también mancozeb fue el fungicida de menor ($p < 0,0001$) eficacia de control, con menos del 81% del PICM. En las dosis más bajas (D1), tebuconazole y carbendazim mostraron un comportamiento superior ($p < 0,0001$), con más del 87% del PICM; tiabendazol y tiofanato metil se comportaron de manera intermedia, con un PICM cercano al 80%, y mancozeb mostró la menor eficacia de control, con menos del 60% del PICM. Fravel *et al.* (2005) determinaron que mancozeb solamente redujo el tamaño final de la colonia de *F. oxysporum* en la dosis más alta. Además, Kopacki and Wagner (2006) señalaron la menor eficacia de mancozeb en el control de *F. avenaceum*, con un PICM que varió entre el 24% y el 74%. A pesar de esto, este fungicida constituye una herramienta útil para reducir la aparición de resistencia en el patógeno.

Tabla 2. Inhibición del crecimiento del micelio de *Fusarium oxysporum* con respecto al crecimiento del micelio de la colonia control (%), para cada fungicida agregado al medio de cultivo (APG 2%), en tres dosis.

Fungicida	Dosis ⁽¹⁾		
	D1 (% ± D.E.)	D2 (% ± D.E.)	D3 (% ± D.E.)
Carbendazim	92,26±5,0 ⁽²⁾ (1,30) cd ^(*)	96,09±4,3 (1,41) defg	99,83±0,3 (1,54) g
Tiabendazol	79,21±5,0 (1,10) b	94,55±5,0 (1,36) de	99,80±0,2 (1,53) fg
Tiofanato metil	76,20±5,0 (1,06) b	95,28±4,7 (1,39) def	99,49±0,9 (1,52) fg
Tebuconazole	94,92±4,5 (1,37) de	97,22±2,1 (1,42) defg	98,85±1,3 (1,48) efg
Mancozeb	57,42±5,0 (0,86) a	86,08±4,5 (1,19) bc	93,07±1,5 (1,30) cd

⁽¹⁾ D1, D2 y D3: dosis de fungicida aplicadas en partes por millón. Los valores de las dosis de cada fungicida se detallan en la Tabla 1.

⁽²⁾ Los valores (%) corresponden a la media de cuatro repeticiones ± el desvío estándar (D.E.). Los valores transformados a arco seno $\sqrt{x}$ van entre paréntesis.

^(*) Valores con letras distintas indican diferencias significativas según el test de LSD Fisher ($\alpha < 0,05$).

Tabla 3. Inhibición del crecimiento del micelio de *Fusarium proliferatum* con respecto al crecimiento del micelio de la colonia control (%), para cada fungicida agregado al medio de cultivo (APG 2%), en tres dosis.

Fungicida	Dosis ⁽¹⁾		
	D1 (% ± D.E.)	D2 (% ± D.E.)	D3 (% ± D.E.)
Carbendazim	87,57±4,0 ⁽²⁾ (1,21) c ^(*)	98,07±1,8 (1,46) fg	99,60±0,1 (1,53) g
Tiabendazol	80,50±1,0 (1,11) b	95,80±1,2 (1,37) def	99,73±0,2 (1,53) g
Tiofanato metil	77,17±1,8 (1,07) b	97,57±0,9 (1,42) ef	99,57±0,4 (1,52) g
Tebuconazole	91,73±6,8 (1,30) cd	95,63±1,1 (1,36) def	97,20±1,7 (1,41) ef
Mancozeb	59,87±1,3 (0,88) a	80,47±1,0 (1,11) b	94,80±1,2 (1,34) de

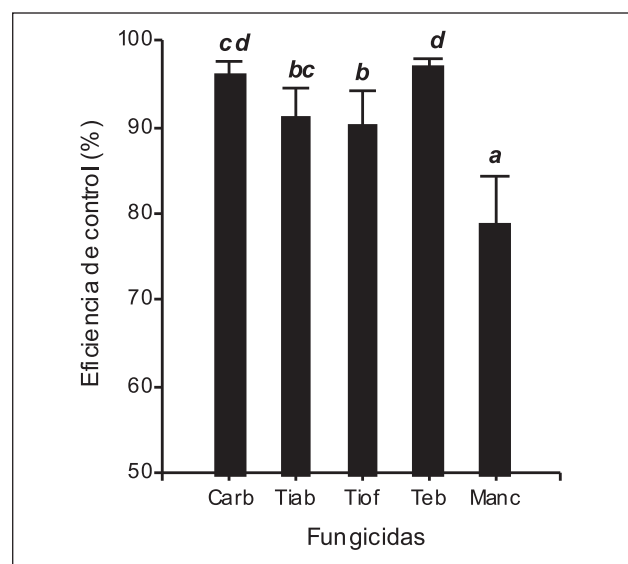
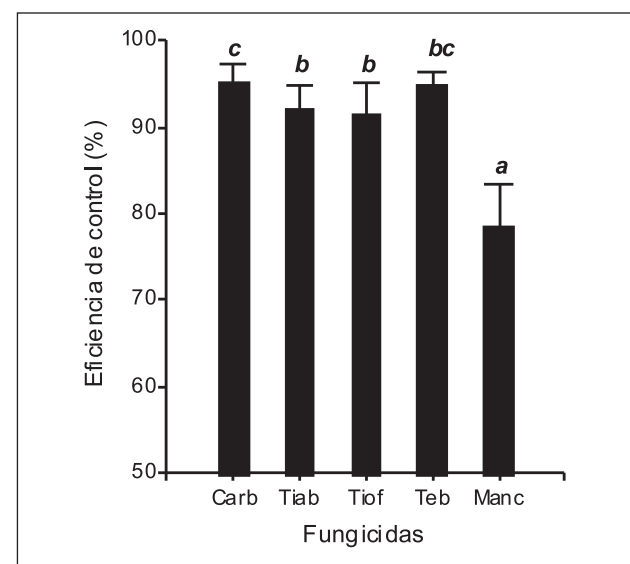
⁽¹⁾ D1, D2 y D3: dosis de fungicida aplicadas en partes por millón. Los valores de las dosis de cada fungicida se detallan en la Tabla 1.

⁽²⁾ Los valores (%) corresponden a la media de cuatro repeticiones ± el desvío estándar (D.E.). Los valores transformados a arco seno $\sqrt{x}$ van entre paréntesis.

^(*) Valores con letras distintas indican diferencias significativas según el test de LSD Fisher ($\alpha < 0,05$).

Su mecanismo de acción, que ocurre en varios sitios en las células fúngicas y altera numerosos procesos bioquímicos, disminuye en gran medida la posibilidad de que los patógenos puedan desarrollar resistencia. No obstante, Henríquez *et al.* (2011) y Sampath Kumar *et al.* (2007) demostraron que aislamientos de *Colletotrichum gloeosporioides* y *Venturia inaequalis* fueron resistentes al mancozeb. Por otra parte, al tener el mancozeb una eficacia de control más baja, no sería conveniente utilizarlo solo, pero sí en mezclas con los fungicidas sistémicos que mostraron alta eficacia de control de *Fusarium spp.*, como tebuconazole y los bencimidazoles (Casafe, 2011; Fishel, 2013).

En las Figuras 1 y 2, se puede observar el comportamiento general de los fungicidas en cuanto a su eficacia de control sobre el micelio del patógeno, para lo cual se promediaron las tres dosis de cada fungicida. Se observa, nuevamente, que todos los fungicidas ensayados redujeron el crecimiento del micelio de *F. oxysporum* y *F. proliferatum* ($p < 0,0001$). Carbendazim y tebuconazole mostraron ser más eficaces en el control, seguidos por tiabendazol y tiofanato metil. Se puede observar la menor eficacia de control de mancozeb. Los fungicidas utilizados comúnmente para el control de los marchitamientos producidos por *Fusarium spp.* pueden ser poco eficaces para el control de algunas razas (Chen and Zhou, 2009a y

**Figura 1.** Eficacia *in vitro* de fungicidas en el control de *Fusarium oxysporum*, utilizando el promedio de tres dosis estudiadas.**Figura 2.** Eficacia *in vitro* de fungicidas en el control de *Fusarium proliferatum*, utilizando el promedio de tres dosis estudiadas.

PICM (%): porcentaje medio de inhibición del crecimiento del micelio de *F. oxysporum* y *F. proliferatum* para cada fungicida, con respecto al crecimiento del micelio de la colonia control. Los valores corresponden a las medias de tres dosis, con cuatro repeticiones cada una. Car: carbendazim; Tiab: tiabendazol; Tiof: tiofanato metil; Teb: tebuconazole; Manc: mancozeb.

Valores con letras distintas indican diferencias significativas [LSD Fisher ($\alpha < 0,05$)].

b). En nuestros ensayos, ambos patógenos se mostraron susceptibles a los fungicidas evaluados y, si bien hubo diferencias en las respuestas, los dos aislamientos respondieron de manera similar al control.

CONCLUSIONES

Los resultados de los ensayos muestran que los fungicidas sistémicos tebuconazole y carbendazim fueron los más efectivos para controlar, en condiciones *in vitro*, los aislamientos de *F. oxysporum* y *F. proliferatum* originarios de la región del Valle de Traslasierra de Córdoba. Le siguen, en eficacia, tiabendazol y tiofanato metil y, por último, el fungicida de contacto mancozeb. La evaluación de fungicidas eficaces para el control del marchitamiento en cultivos de orégano en Córdoba, R. Argentina, es un primer paso en el manejo de la enfermedad. Se cuenta con fungicidas de distintos modos de acción y grupos químicos no relacionados, que pueden integrarse en un programa de manejo de la enfermedad que minimice la aparición de resistencia en estos patógenos. Se plantea ahora la necesidad de continuar con las investigaciones del control de estos patógenos con los fungicidas evaluados, pero en condiciones de campo.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Córdoba, R. Argentina, por los subsidios otorgados.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Argüello, J. A.; S. B. Nuñez; V. Dividenco; D. A. Suárez; L. Seisdedos; M. C. Baigorria; N. La Porta; G. Ruiz y V. Yossen. 2012.** Sistema de producción y cadena de valor del cultivo de orégano (*Origanum* sp.) en la provincia de Córdoba (Argentina). *Phyton* 81: 23-34.
- Cámara Argentina de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes (Casafe). 2011.** Guía de productos fitosanitarios para la República Argentina, tomos 1 y 2. 15 ed. Casafe, Buenos Aires, R. Argentina.
- Cameroni, M. G. 2012.** Hierbas aromáticas y especias. Anual de comercio exterior. Informe sectorial (9). [En línea]. Disponible en www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/sectores/aromaticas/informes/Info_Aromaticas_09_2012.pdf (consultado 23 septiembre 2013).
- Chen, Y. and M. G. Zhou. 2009a.** Characterization of *Fusarium graminearum* isolates resistant to both carbendazim and a new fungicide. *Phytopathology* 99 (4): 441-446.
- Chen, Y. and M. G. Zhou. 2009b.** Sexual recombination of carbendazim resistance in *Fusarium graminearum* under field conditions. *Pest Manag. Sci.* 65 (4): 398-403.
- Deepak, B. and G. Lal. 2009.** Integrated strategy to control wilt disease of cumin (*Cuminum cyminum* L.) caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *cumini* (Schlecht) Prasad. y Patel. *J. Spices and Aromatic Crops* 18 (1): 13-18.
- Dhingra, O. D. and J. B. Sinclair. 1985.** Basic plant pathology methods. CRC Press Inc., Florida, USA.
- Fishel, F. M. 2013.** Fungicide Resistance Action Committee's (FRAC) classification scheme of fungicides according to mode of action. [En línea] 1-9. Disponible en http://miami-dade.ifas.ufl.edu/pdfs/pesticide_applicator/fungicide%20resistance.pdf (consultado 16 octubre 2013).
- Fravel, D. R.; K. L. Deahl and J. R. Stommel. 2005.** Compatibility of the biocontrol fungus *Fusarium oxysporum* strain CS-20 with selected fungicides. *Biol. Control* 34: 165-169.
- Gaetán, S. A.; A. O. Curioni and M. S. Madia. 2007a.** Recent occurrence of *Fusarium* wilt caused by *Fusarium oxysporum* on marjoram in Argentina. *Australas. Plant Dis. Notes* 2: 115-116.
- Gaetán, S. A.; M. S. Madia y A. O. Curioni. 2007b.** Especies del género *Fusarium* asociadas al declinamiento de orégano en la Argentina. *Bol. Latinoam. Caribe Plantas Med. Aromát.* 6 (6): 342-343.
- González, I.; Y. Arias y B. Peteira. 2012.** Aspectos generales de la interacción *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*-tomate. *Rev. Protección Veg.* 27 (1): 1-7.
- Henríquez S., J. L.; O. Sarmiento V. and P. Alarcón C. 2011.** Sensitivity of *Venturia inaequalis* Chilean isolates to difenoconazole, fenarimol, mancozeb, and pyrimethanil. *Chil. J. Agric. Res.* 71 (1): 39-44.
- InfoStat. 2012.** InfoStat/Profesional, versión 1.1. Software estadístico. Grupo InfoStat/FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Ed. Brujas, Córdoba, R. Argentina.
- Jahanshir, A. and F. S. Dzhalilov. 2010.** The effects of fungicides on *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* associated with *Fusarium* wilt of tomato. *J. Plant Protect. Res.* 50 (2): 172-177.
- Kang, Z.; L. Huang and H. Buchenauer. 2001.** Ultrastructural and cytochemical studies of effects of the fungicide metconazole on *Fusarium culmorum* *in vitro*. *J. Plant Dis. Protect.* 108: 419-432.
- Kopacki, M. and A. Wagner. 2006.** Effect of some fungicides on mycelium growth of *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc., pathogenic to chrysanthemum (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev). *Agron. Res.* 4 (Special issue): 237-240.
- Pandey, D. K.; N. N. Tripatti; R. D. Tripatti and S. N. Dixit. 1982.** Fungitoxic and phytotoxic properties of essential oils of *Hypitis suaveolens* Z. *PflKrankh. Pfl. Schutz* 94: 585-588.
- Sampath Kumar, A.; N. P. Eswara Reddy; K. Hariprasad Reddy and M. Charitha Devi. 2007.** Evaluation of

- fungicidal resistance among *Colletotrichum gloeosporioides* isolates causing mango anthracnose in agri export zone of Andhra Pradesh, India. Plant Pathol. Bull. 16: 157-160.
- Sánchez, C. 2013.** Caracterización del territorio Noroeste de la provincia de Córdoba. 1. ed. Manfredi, Córdoba (AR): Ediciones INTA. Estación Experimental Agropecuaria Manfredi [CD-ROM]. Córdoba, R. Argentina.
- Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (Senasa). 2013.** Reglamentación del uso de productos fitosanitarios para cultivos hortícolas, Resolución 608/2012. [En línea]. Disponible en www.senasa.gov.ar/contenido.php?to=n&in=1575&io=22278 (consultado 17 octubre 2013).
- Srivastava, S.; V. P. Singh; R. Kumar; M. Srivastava; A. Sinha and S. Simon. 2011.** *In vitro* evaluation of carbendazim 50% WP, antagonists and botanicals against *Fusarium oxysporum* f. sp. *psidii* associated with rhizosphere soil of guava. Asian J. Plant Pathol. 5: 46-53.
- Suty-Heinze, A. and S. Dutzmann. 2004.** *Fusarium* head blight: additional strength of prothioconazole. Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer 57: 265-283.
- Wolcan, S. y P. Grego. 2012.** Enfermedades de *Origanum vulgare* L. (orégano). En: Nome, S. F.; D. M. Docampo; L. R. Conci y S. Wolcan (eds.), Atlas Fitopatológico Argentino. [En línea]. 4 (4). Disponible en <http://rian.inta.gov.ar/atlas/Inicio.aspx#/ConsultaGeneral?Por=NombreHospedante&NombreHospedante=Origanum%20vulgare%20L.&Exacto=si> (consultado 1 octubre 2013).
- Yossen, V. y M. Conles. 2012.** Primera mención de *Fusarium proliferatum* en cultivos de orégano en Argentina y su control químico. Jornadas Integradas de Investigación y Extensión, 5, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Córdoba, R. Argentina. [En línea]. Disponible en www.agro.unc.edu.ar/~paginafacu/archivos/00-V%20Jornadas%20Integradas%20de%20Investigacion%20y%20Extensi%20on.pdf (consultado 1 octubre 2013).
- Yossen, V.; M. Conles y V. Segota. 2011.** Identificación y control de enfermedades que afectan al cultivo de orégano (*Origanum vulgare*) en la provincia de Córdoba. Informe de avance inédito. Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Córdoba, R. Argentina.
- Yossen, V.; V. Segota y M. Conles. 2010.** Relevamiento y avances en el estudio de las enfermedades que afectan al cultivo de orégano (*Origanum vulgare*) en Córdoba. Análisis de Semillas, R. Argentina, 4 (16): 57-60.