

Juan Saúl Barajas Pérez ¹, Roberto Montes-Belmont ¹, Federico Castrejón Ayala ¹,
Hilda Elizabeth Flores-Moctezuma ¹, Miguel Angel Serrato Cruz ²

¹Instituto Politécnico Nacional, Centro de Desarrollo de Productos Bióticos, Km 8.5, Carr. Yautepec–Jojutla, Yautepec, Morelos, México CP 62731.
²Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma de Chapingo. Km 38.5 Carr. México-Texcoco. 56230, Texcoco, Edo. México

Antifungal properties in *Tagetes* species

Abstract. Mexico is center of diversity of species of *Tagetes*, genus of broad spectrum of biological action but limited information. The aim of this study was to evaluate the antifungal activity of essential oils (EO) and aqueous extracts (AE) of five species of *Tagetes*, in one isolate of the fungus *Monilinia fruticola* and 10 isolates of *Sclerotium rolfsii*. EO and AE were evaluated at 0.1% and 2% respectively, incorporated into PDA medium. In *S. rolfsii* mycelial growth was inhibited in all isolates with EO of *T. filifolia* and *T. lucida* AE. In all treatments the production of sclerotia was minor than in the control. Treatment with *T. lucida* EO the production of esclerotia was inhibited in all isolates and with the rest of the species the response was variable and in some cases stimulatory. In *M. fruticola*, treatment with *T. lucida* AE inhibited mycelial growth but their EO was fungistatic. The EO of all species of *Tagetes* and AE of *T. foetidissima*, *T. lucida* and *T. erecta* inhibited *M. fruticola* sporulation. AE of *T. filifolia* and *T. coronopifolia* stimulated sporulation of this fungus.
Key words: Essential oils, aqueous extracts, *Sclerotium rolfsii*, *Monilinia fruticola*.

Resumen. México es centro de diversidad de especies de *Tagetes* de amplio espectro de acción biológica, pero con información limitada. El objetivo de este trabajo fue evaluar la actividad antifúngica de aceites esenciales (AE) y extractos acuosos (EA) de cinco especies de *Tagetes*, sobre los hongos *Sclerotium rolfsii* y *Monilinia fruticola*, en una cepa de *M. fruticola* y diez aislamientos de *S. rolfsii*. Se evaluaron AE al 0.1 % y EA al 2 %, incorporados al medio PDA. En *S. rolfsii* se inhibió el crecimiento micelial en todos los aislamientos con AE de *T. filifolia* y EA de *T. lucida*. En general en los tratamientos con AE la producción de esclerocios fue menor que en el testigo. El EA de *T. lucida* inhibió la producción de esclerocios en todos los aislamientos, con el resto de las especies la respuesta fue variable y en algunos casos fue estimulatoria. En *M. fruticola*, el tratamiento con EA de *T. lucida* inhibió el crecimiento micelial, y con todos los AE el efecto fue fungistático. Los AE de todas las especies de *Tagetes* y los EA de *T. foetidissima*, *T. lucida* y *T. erecta* inhibieron la esporulación de *M. fruticola*. Los EA de *T. filifolia* y *T. coronopifolia* estimularon la esporulación de *M. fruticola*.
Palabras clave: Aceites esenciales, extractos acuosos, *Sclerotium rolfsii*, *Monilinia fruticola*.

Received 6 January 2011; accepted 11 July 2011.
Recibido 6 de enero 2011; aceptado 11 de julio 2011.

Dentro del género *Tagetes* de la familia Asteraceae se han descrito 26 especies, de las cuales 24 se encuentran en la

Autor para correspondencia: Roberto Montes-Belmont
rbelmont@ipn.mx

mayor parte del territorio nacional. Las propiedades biológicas de varias de estas plantas afectan a diversos organismos, desde bacterias, virus, hongos, nematodos, ácaros e insectos, inclusive otras especies de plantas (Cubillo

et al., 1999, Serrato y Quijano, 2003).

Son pocas las especies de *Tagetes* en las que se han descrito propiedades contra hongos; la más ampliamente estudiada ha sido *Tagetes erecta* L. que actúa sobre 8 especies fitopatógenas (Grainge y Ahmed 1988; Zavaleta-Mejía y Gómez-Rodríguez 1995; Rai y Mares 2003; Montes-Belmont y Prados-Ligero 2006; Flores-Moctezuma *et al.*, 2006; Pawar y Thaker 2007), una saprófita y una dermatofita (Rai y Mares 2003). *T. lucida* Cav. inhibe el desarrollo de 5 especies fitopatógenas y una dermatofita (Céspedes *et al.*, 2006; Ávila-Sosa *et al.*, 2010). *T. filifolia* tiene acción inhibitoria contra los hongos fitopatógenos *Botrytis cinerea* Pers. y *Penicillium digitatum* (Pers.) Sacc. (Romagnoli *et al.*, 2005). Finalmente *T. patula* L. se ha reportado con inhibición sobre los fitopatógenos *Monilia* sp., *Fusarium moniliforme* Sheld. y *Pythium ultimum* Trow (Teodorescu *et al.*, 2009; Mares *et al.*, 2004).

Este trabajo tuvo como propósito evaluar la actividad antifúngica de extractos acuosos y aceites esenciales de cinco especies de *Tagetes*, en los hongos causantes del tizon sureño de las hortalizas (*Sclerotium rolfsii*) y de la moniliasis del durazno [*Monilinia fruticola* (G. Winter) Honey].

En el campo agrícola experimental de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), se sembraron plantas de las especies *Tagetes filifolia* Lag. (anisillo), *T. foetidissima* Hor (cinco llagas) t., *T. lucida* Cav. (pericón), *T. coronopifolia* Willd. (Santa María) y *Tagetes erecta* L. (flor de muerto o cempazúchil). La primera procedente de Ozumba, Mex., la tercera de Ocuituco, Morelos y el resto de Texcoco, Mex. Todas las especies sometidas a un manejo agronómico, sin aplicación de herbicidas ni fertilización mineral. Todas las plantas se cosecharon en la etapa fenológica de floración, se secaron y pulverizaron utilizando únicamente la parte aérea. Los aceites se obtuvieron mediante destilación por arrastre de vapor según el procedimiento descrito por Vázquez *et al.* (2002), y en el cual se utilizó agua como solvente.

Diez aislamientos de *S. rolfsii* se obtuvieron de la colección de cepas del Centro de Desarrollo de Productos Bióticos del Instituto Politécnico Nacional. Aislamientos 1, 4, 5 y 12 procedentes de Yautepec, Morelos siendo sus hospederos perejil, tabaco, flor de pajarito y frijol, respectivamente. Aislamiento 16 de Cotaxtla, Veracruz de chile. Aislamiento 17 de Mochis, Sinaloa de soya. Aislamientos 18, 20 y 27 de cebolla procedentes de León Guanajuato, Izucar de Matamoros, Puebla y Georgia, E.U.A. Aislamiento 25 de pasto *Eleusine indica* de Carolina, del Norte, E.U.A.

M. fruticola se aisló de frutos de durazno (*Prunus persica* L.) provenientes de la Central de Abastos de Cuernavaca, Morelos y se identificó con base a las características morfométricas de su anamorfo y teleomorfo.

Los aceites esenciales se incorporaron al medio PDA al 0.1% después del proceso de esterilización, cuando el medio de cultivo tenía una temperatura aproximada de 45 °C y se vaciaron en cajas de Petri de inmediato.

Para la elaboración de los extractos acuosos, los polvos de cada una de las especies de *Tagetes* se incorporaron a un matraz con agua destilada a una concentración final de 2% y se pusieron en agitación a 150 rpm durante 12 horas. Posteriormente se tamizaron en malla del número 100 y el extracto acuoso se adicionó al medio de cultivo, se esterilizó en autoclave, para finalmente vaciar en cajas de Petri.

Para determinar el efecto de aceites esenciales (AE) al 0.1% y extractos acuosos (EA) al 2% obtenidos de diversas especies de *Tagetes* en *S. rolfsii* y *M. fruticola* se establecieron los siguientes tratamientos: T1 PDA; T2 PDA + Tween; T3 *T. filifolia*; T4 *T. foetidissima*; T5 *T. lucida*; T6 *T. coronopifolia*, T7 *T. erecta*. A cada tratamiento con AE se le añadió 0.02 % de Tween 20 como emulsificante.

En los experimentos se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 6 repeticiones. La unidad experimental consistió de una caja de Petri.

Las cajas Petri se inocularon en el centro con un

disco de 5 mm de diámetro de *S. rolfsii* o *M. fruticola* en cada experimento. Se incubaron a 25-27 °C por un máximo de 30 días.

En ambas especies se evaluó el área de crecimiento micelial hasta que el testigo llenó la caja Petri. Se tomaron fotografías digitales diariamente, y con ayuda del programa ImageJ®(versión 1.4), para análisis de imágenes (Instituto Nacional de la Salud Mental de Estados Unidos), se calculó el área de crecimiento en milímetros cuadrados. Con el programa Sigma Stat V. 3.5 se realizaron regresiones lineales para calcular la tasa de crecimiento. Con los datos de la tasa de crecimiento se calculó el porcentaje de reducción del crecimiento con respecto al tratamiento testigo (RRT) mediante la fórmula:

$$RRT\ (\%) = \frac{TCT - TC\ t}{TCT} \times 100$$

Donde: TCT= tasa de crecimiento en el testigo; TCt= tasa de crecimiento en el tratamiento.

Se cuantificó el total de esclerocios producidos por *S. rolfsii* después de 30 días de incubación.

Para evaluar la esporulación de *M. fruticola*, una vez que en el testigo se obtuvo el máximo crecimiento, se le adicionaron 2 mL de agua destilada estéril y se raspó el micelio, se obtuvo una suspensión de la que se tomaron 10 µL que se depositaron en una cámara de Neubauer (Marienfeld

Co., Alemania) y con el objetivo 40x del microscopio óptico, se realizó el conteo de esporas. Se efectuaron conteos en 4 campos microscópicos por unidad experimental en cada tratamiento.

Con los datos obtenidos (promedio de dos repeticiones) de todos los experimentos se realizaron análisis de varianza con el programa SAS versión 8.0 y se aplicó el procedimiento PROC GLM. La comparación de medias se llevó a cabo por la diferencia mínima significativa DMS.

Para aceites esenciales con *S. rolfsii* se encontró que el tratamiento con *T. filifolia* al 0.1 % fue el más notable porque tuvo un efecto fungicida sobre todos los aislamientos y en los demás tratamientos con aceites esenciales se encontró que la tasa de crecimiento se redujo respecto al testigo, pero varió entre aislamientos de *S. rolfsii* y entre tratamientos con aceites esenciales de *Tagetes* (Tabla 1). El porcentaje de reducción en la tasa de crecimiento con respecto al testigo también varió, *T. coronopifolia* presentó una inhibición mayor al 50 % en ocho aislamientos, en tanto que *T. lucida* tuvo ese mismo comportamiento en siete aislamientos y se redujo a cinco y a cuatro aislamientos en *T. erecta* y *T. foetidissima*, respectivamente. El emulsificante Tween no interfirió en el crecimiento micelial y estimuló ligeramente el crecimiento en algunos aislamientos como el 1 y el 27. Los aislamientos más sensibles fueron el 4, 5 y el 27 que tuvieron

Tabla 1. Efecto de los aceites esenciales de *Tagetes* al 0.1%, sobre la tasa de crecimiento micelial (mm²/día) de diferentes aislamientos de *S. rolfsii* y porcentaje de reducción (RRT) del crecimiento de cada tratamiento respecto al testigo

	A	T1	T2	RRT	T3	RRT	T4	RRT	T5	RRT	T6	RRT	T7	RRT	DMS
1	16.4	a ^l	15.1 a	7.9	0**	100	11.1 b	32.3	6.2 c	62.2	9.2 bc	43.9	10.3 b	37.2	3.9
4	11.7	a	12.1 a	-3.4*	0	100	2.9 bc	75.2	5.3 b	54.7	1.9 c	83.8	3.7 bc	68.4	2.5
5	15.2	a	11.1 b	27.0	0	100	4.3 d	71.7	4.2 d	72.4	5.3 dc	65.1	6.1 c	59.9	1.7
12	14.3	a	15.1 a	-5.6	0	100	13.5 a	5.6	8.5 b	40.6	13.2 a	7.7	9.7 b	32.2	3.2
16	12.5	a	8.5 b	32.0	0	100	1.6 d	87.2	0.1 e	99.2	0.1 e	99.2	3.0 c	76.0	1.4
17	14.0	ab	15.9 a	-13.6	0	100	13.7 ab	2.1	4.7 c	66.4	6.2 c	55.7	11.2 b	20.0	3.6
18	14.9	a	16.0 a	-7.4	0	100	9.5 b	36.2	7.4 b	50.3	6.4 c	57.0	5.7 c	61.7	2.5
20	15.2	a	14.0 ab	7.9	0	100	8.0 de	47.4	11.5 bc	24.3	4.9 e	67.8	10.0 dc	34.2	3.4
25	15.1	a	15.7 a	-4.0	0	100	8.7 b	42.4	0.1 d	99.3	2.8 c	81.5	10.3 b	31.8	1.7
27	15.4	a	11.9 b	22.7	0	100	3.2 c	79.2	3.5 c	77.3	0.8 c	94.8	3.5 c	77.3	2.7
X	14.47		13.54	6.35	0	100	7.65	47.93	5.15	64.67	5.08	65.65	7.35	49.87	

^lValores seguidos de la misma letra en cada línea no difieren estadísticamente P<0.0001. A: Aislamiento de *S. rolfsii*. T1: Testigo sin AE. T2: Testigo Tween 20 al 0.02 %. T3: AE de *T. filifolia*. T4: AE de *T. foetidissima*. T5: AE de *T. lucida*. T6: AE de *T. coronopifolia*. T7: AE de *T. erecta*. DMS: diferencia mínima significativa. *Resultado con signo negativo, significa efecto estimulatorio en la tasa de crecimiento. **Valores no incluidos en el análisis estadístico, por ser concluyentes.

inhibiciones mayores al 50 % con los aceites de las cuatro especies de *Tagetes* con efecto fungistático. El aislamiento menos sensible fue el 12 que tuvo inhibiciones menores al 50 % en esas mismas especies.

Del efecto de extractos acuosos sobre el crecimiento micelial de *S. rolfsii*, el tratamiento más notable fue el de *T. lucida* (T5) que inhibió completamente el crecimiento micelial de los diez aislamientos del hongo. Todos los demás tratamientos con extractos acuosos presentaron tasas de crecimiento significativamente menores respecto al testigo (Tabla 2). Los tratamientos de *T. coronopifolia* y *T. foetidissima* inhibieron el crecimiento en más del 50 % en cinco aislamientos en tanto que *T. erecta* tuvo el mismo comportamiento en cuatro aislamientos y *T. filifolia* sobre dos aislamientos. Los aislamientos más susceptibles a todas las especies de *Tagetes* fueron el 18 que fue inhibido entre un 38 y 94 % y el aislamiento 27 que fue inhibido entre un 47 y 89 %, mientras que los aislamientos menos susceptible fueron el 12 con inhibiciones entre el 16% y 23 % y el 17 entre 19 y 25 %.

En cuanto al efecto de aceites esenciales en la producción de esclerocios de *S. rolfsii*, el aceite esencial de *T. filifolia* inhibió en todos los aislamientos el crecimiento micelial totalmente durante ocho días, pero al incubarse por

30 días se presentó crecimiento micelial y producción de esclerocios, por lo que su efecto fue fungistático. En general en los tratamientos con aceites esenciales la producción de esclerocios fue menor (p=0.05) que en el tratamiento testigo y Tween (Tabla 3), a excepción del aislamiento 5 que con el tratamiento de *T. erecta* produjo una mayor cantidad de esclerocios (p= 0.05) con respecto al tratamiento con Tween. En algunos de ellos, aunque se registra crecimiento micelial no se producen esclerocios como ocurrió con el tratamiento con aceite esencial de *T. erecta* que inhibió la producción de esclerocios en tres aislamientos y el aceite esencial de *T. lucida* que inhibió la producción de esclerocios en los aislamientos 16 y 20. En el caso del tratamiento con aceite de *T. foetidissima* en el aislamiento 20 no hubo formación de esclerocios (p=0.05).

En los tratamientos con extractos acuosos de las especies de *Tagetes*, el más sobresaliente fue el de *T. lucida* ya que se registró una inhibición completa del crecimiento, y no se registró producción de esclerocios. Los aislamientos 4 y 18 fueron susceptibles a los extractos acuosos de las cinco especies ya que no se produjeron esclerocios. Además los tratamientos de extractos acuosos de *T. filifolia* y *T. coronopifolia* inhibieron la producción de esclerocios en los

Tabla 2. Efecto de los extractos acuosos (EA) de *Tagetes* al 2 % sobre la tasa de crecimiento micelial (mm²/día) de *S. rolfsii* y porcentaje de reducción (RRT) del crecimiento de cada tratamiento respecto al testigo

A	T1	T3	RRT	T4	RRT	T5	RRT	T6	RRT	T7	RRT	DMS
1	16.4 a ¹	10.4 b	36.6	9.9 c	39.6	0*	100	7.7 d	53.0	9.8 c	40.2	0.3
4	11.7 a	10.3 a	12.0	2.0 c	82.9	0	100	7.4 b	36.8	7.0 b	40.2	2.3
5	15.2 a	10.2 b	32.9	8.6 c	43.4	0	100	7.0 d	53.9	7.2 d	52.6	0.7
12	14.3 a	12.0 b	16.1	10.9 c	23.8	0	100	11.0 c	23.1	10.9 c	23.8	0.2
16	12.5 a	5.6 c	55.2	2.6 d	79.2	0	100	5.0 c	60.0	6.7 b	46.4	1.1
17	14.0 a	10.4 b	25.7	10.9 b	22.1	0	100	11.3 b	19.3	9.9 b	29.3	2.5
18	14.9 a	0.6 d	96.0	1.9 c	87.2	0	100	7.8 b	47.7	0.0 e	99.9	0.1
20	15.2 a	9.2 d	39.5	9.2 d	39.5	0	100	9.8 c	35.5	10.6 b	30.3	0.3
25	15.1 a	8.8 c	41.7	10.5 b	30.5	0	100	2.6 e	82.8	4.5 d	70.2	0.2
27	15.4 a	8.1 b	47.4	1.6 e	89.6	0	100	5.8 d	62.3	7.4 c	51.9	0.5
$\bar{x}$	13.03	8.56	40.31	6.81	53.7	0	100	7.54	47.44	7.4	48.48	

¹Valores seguidos de la misma letra en cada línea no difieren estadísticamente (DMS, P ≤0.05). A: Aislamiento de *S. rolfsii*. T1: Testigo sin AE. T3: AE de *T. filifolia*. T4: AE de *T. foetidissima* T5: AE de *T. lucida*. T6: AE de *T. coronopifolia*. T7: AE de *T. erecta*. * Valores no incluidos en el análisis estadístico, por ser concluyentes.

Tabla 3. Efecto de los aceites esenciales (AE) de *Tagetes* al 0.1 % sobre la producción de esclerocios de *S. rolfsii*

	A	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	DMS
1		124 a	117 a	45 c	10e	33 d	6 e	49 c	9
4		22 b	36 a	24 b	26 b	16 b	16 b	*	12
5		430 a	103 c	37 e	66 d	35 e	23 f	120 b	12
12		903 a	720 b	28 f	119 d	70 e	254 c	127 d	35
16		76 a	60 b	9 d	7 d	*	28 c	14 d	7
17		468 a	316 b	36 f	47 f	97 e	119 d	194 c	23
18		273 a	225 b	57 e	72 d	90 c	45 f	*	5
20		25 b	18 bc	10 c	*	*	63 a	15 bc	9
25		26 a	19 ab	11 b	9 bc	13 b	18 bc	2 c	7
27		51 a	40 ab	38 b	51 a	31 b	35 b	*	11

¹Valores seguidos de la misma letra en cada línea no difieren estadísticamente DMS, P =0.05). A: Aislamiento de *S. rolfsii*. T1: Testigo sin AE. T2: Testigo con Tween 20 al 0.02 %. T3: AE de *T. filifolia*. T4: AE de *T. foetidissima*. T5: AE de *T. lucida*. T6: AE de *T. coronopifolia*. T7: AE de *T. erecta*. * no produjo esclerocios.

Tabla 4. Efecto de los extractos acuosos (EA) de *Tagetes* al 2 % sobre la producción de esclerocios de *S. rolfsii*

	A	T1	T3	T4	T5	T6	T7	DMS
1		124 c ¹	175 b	227 a	*	77 d	73 d	25
4		22	*	*	*	*	*	
5		430 a	164 c	117 d	*	114 d	242 b	19
12		903 b	523 c	565 c	*	886 b	1177 a	115
16		76 a	4 b	4 b	*	*	1 b	12
17		468 c	307 d	624 b	*	276 e	799 a	36
18		273	*	*	*	*	*	
20		25 c	54 b	27 c	*	31 c	89 a	14
25		26 b	*	4 c	*	31 a	2 c	3
27		51 c	90 a	14 d	*	66 b	7 d	7

¹Valores seguidos de la misma letra en cada línea no difieren estadísticamente DMS, P =0.05). A: aislamiento de *S. rolfsii*. T1: Testigo sin AE. T3: AE de *T. filifolia*. T4: AE de *T. foetidissima*. T5: AE de *T. lucida*. T6: AE de *T. coronopifolia*. T7: AE de *T. erecta*. * no produjo esclerocios.

aislamientos 25 y 16, respectivamente (p=0.05). En algunos aislamientos se registró un efecto estimulatorio en la producción de esclerocios respecto al tratamiento testigo, como en el caso del tratamiento de *T. erecta* y *T. filifolia* en tres aislamientos, *T. coronopifolia* y *T. foetidissima* en dos aislamientos donde la producción de esclerocios fue mayor que en el tratamiento testigo (Tabla 4).

Las cinco especies de *Tagetes*, presentaron tasas de crecimiento significativamente menores en el crecimiento micelial de *M. fruticola* que en los tratamientos testigo y Tween (p=0.05). Los aceites esenciales al 0.1 % inhibieron el crecimiento con valores RRT superiores al 95 % en las

especies *T. foetidissima*, *T. lucida*, *T. coronopifolia* y *T. erecta* (Tabla 5). El tratamiento con el aceite esencial de *T. filifolia* registró una reducción del 28 % en la tasa de crecimiento con respecto al testigo. En los tratamientos con extractos acuosos de *Tagetes* el tratamiento de *T. lucida* también tuvo efecto fungicida. Sólo el tratamiento con extractos acuosos de *T. coronopifolia* presentó diferencias estadísticamente significativas (p = 0.05) con respecto al testigo, con una reducción del 44 % en la tasa de crecimiento.

Los tratamientos con aceites esenciales al 0.1 % de las cinco especies de *Tagetes* inhibieron completamente la esporulación de *M. fruticola*, así como con los tratamientos

Tabla 5. Efecto de los aceites esenciales y extractos acuosos de *Tagetes* al 0.1 % sobre la tasa de crecimiento micelial (cm²/día) de *M. fructicola*

Tratamiento	Aceites esenciales		Extractos acuosos	
	Tasa de crecimiento (mm ²)	RRT (%)	Tasa de crecimiento (mm ²)	RRT (%)
T1	8.8 a ¹		8.4 a	
T2	8.4 a	4.5		
T3	6.3 b	28.4	8.1 a	3.6
T4	0.4 c	95.5	8.5 a	-1.2
T5	0.2 c	97.7		
T6	0.07 c	99.2	4.7 b	44.0
T7	0.06 c	99.3	8.8 a ¹	-4.8*
DMS 0.8	DMS 0.9			

¹ Valores seguidos de la misma letra en la columna no difieren estadísticamente DMS, P =0.05). A: aislamiento de *S. rolfsii*. T1: Testigo sin AE. T2: Testigo Tween 20 al 0.02 %. T3: AE de *T. filifolia*. T4: AE de *T. foetidissima*. T5: AE de *T. lucida*. T6: AE de *T. coronopifolia*. T7: AE de *T. erecta*.

con extractos acuosos al 2 % de las especies de *T. foetidissima*, *T. lucida* y *T. erecta*. Por el contrario, en los tratamientos con extractos acuosos al 2 % de *T. filifolia* y *T. coronopifolia* se presentó un efecto estimuladorio de 150.9 y 225.8 % de esporulación respecto al tratamiento testigo (Tabla 5).

Los extractos de todas las especies de *Tagetes* analizadas presentaron propiedades antifúngicas en algunos aislamientos *S. rolfsii*. La respuesta de los aislamientos fue variada, desde efecto fungicida hasta estimulación en el crecimiento micelial; desde inhibición en la producción de esclerocios hasta incremento de ellos. Particularmente destacó *T. lucida* en forma de extracto acuoso con acción fungicida sobre todos los aislamientos de *S. rolfsii* y sobre *M. fructicola*. En trabajo anterior *T. lucida* había tenido una fuerte actividad antifúngica contra 5 especies de hongos, lo que confirma su potencialidad para ser usada para el control de enfermedades de origen fúngico (Céspedes *et al.*, 2006).

La reducción en la producción de esclerocios fue reportada previamente por Montes-Belmont y Prados-Ligero (2006) en *Sclerotium cepivorum* con polvos de *Bougainvillea spectabilis*; sin embargo, también mencionan un efecto contrario con los tratamientos de polvos de *Medicago sativa*,

Petroselinium crispum, *Piper nigrum* y *Origanum vulgare*, lo que implica una diversidad de respuestas en función del tratamiento. La reducción o inhibición de la producción de esclerocios con los tratamientos con *Tagetes* es una característica relevante, ya que una reducción en la producción de esclerocios disminuye significativamente la fuente de inóculo primaria del patógeno para el desarrollo de la enfermedad como sucede con *Sclerotinia sclerotiorum* (Soylu *et al.*, 2007).

En cuanto a *M. fructicola* el efecto más notable fue la inhibición del crecimiento micelial mayor al 90 % de los aceites esenciales de 4 de las 5 especies probadas de *Tagetes*, en contraste con los extractos acuosos el efecto fue reducido con excepción de *T. lucida*; todo esto en relación a la variación en número y cualidades de los compuestos en cada especie de *Tagetes*. La esporulación resultó ser una fase más sensible ya que fue inhibida por los aceites de todas las especies y la mayor parte de los extractos acuosos. Al respecto Bravo *et al.* (1998) y Montes-Belmont (1997), mencionan que la interacción de las sustancias y el patógeno generan una gran variedad de respuestas. Algunos extractos pueden ser inhibidores para un hongo y estimulantes para otro, o en un

mismo patógeno, inhibir en una etapa de crecimiento y en otra puede ser estimuladorio, como ocurrió con los tratamientos con extractos acuosos de *T. filifolia* y *T. coronopifolia*, en donde se produjeron más esporas que en el tratamiento testigo y hubo una germinación más rápida.



Literatura citada

Avila-Sosa, R., G. Gastélum-Reynoso, M. García-Juárez, M C. Meneses-Sánchez, A.R. Navarro-Cruz, R.M. Dávila-Márquez, 2010. Evaluation of different mexican plant extracts to control anthracnose. <http://www.springerlink.com/index/512q071633123178.pdf>.
Bravo, L. L., K. Bermúdez, R. Montes-Belmont, 1998. Inhibición del crecimiento micelial y esporulación de *Fusarium moniliforme* Sheld., mediante aceites esenciales vegetales y algunos de sus componentes químicos. Revista Mexicana de Fitopatología 16:18-23.
Céspedes C. I. J.G. Avila, A. Martínez, B. Cerrato, J. C. Calderón-Mugica, R. Salgado-Garciglia, 2006. Antifungal and antibacterial activities of mexican tarragon (*Tagetes lucida*). Journal of Agricultural and Food Chemistry 54: 3521-3527.
Cubillo, D., G. Sanabria, L. Hilje, 1999. Evaluación de repelencia y mortalidad causada por insecticidas comerciales y extractos vegetales sobre *Bemisia tabaci*. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 53:65-72.
Flores-Moctezuma H. E., R. Montes-Belmont, A. Jiménez-Pérez, R. Nava-Juárez, 2006. Pathogenic diversity of *Sclerotium rolfsii* isolates from Mexico, and potential control of southern blight through solarization and organic amendments. Crop Protection 25: 108-118.
Grainge, M., S. Ahmed, 1988. Handbook of plants with pest control properties. John Willey and Sons. New York.
Mares D., B. Tosi, F. Poli, E. Andreotti, C. Romagnoli, 2004. Antifungal activity of *Tagetes patula* extracts on some phytopathogenic

fungi: ultrastructural evidence on *Pythium ultimum*. Microbiological Research 159: 295-304.
Montes-Belmont R., 1997. Extractos sólidos, acuosos y hexánicos de plantas para el combate de *Aspergillus flavus* Link., en maíz. Revista Mexicana de Fitopatología 15: 26-30.
Montes-Belmont, R., A.M. Prados-Ligero, 2006. Influence of plant extracts on *Sclerotium cepivorum* development. Journal of Plant Pathology 5 (3): 373-377.
Pawar V. C., V.S. Thaker, 2007. Evaluation of the anti-*Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* and anti-*Alternaria porri* effects of some essential oils. World Journal Microbiology and Biotechnology 23: 1099-1106.
Rai, M., D. Mares, 2003. Plant Derived Antimycotics. Current trends ant future prospects. Haworth Press. Binghamtom. New York.
Romagnoli C, R. Bruni, E. Andreotti, M.K. Rai, C.B. Vicentini, D. Mares, 2005. Chemical characterization and antifungal activity of essential oil of capitula from wild Indian *Tagetes patula* L. Protoplasma 225:57-65.
Serrato, M., M. L. Quijano, 2003. Usos de algunas especies de *Tagetes*: Revisión bibliográfica (1984-1992). Memorias I Simposio Internacional y II Reunión Nacional sobre Agricultura Sostenibles. Centro de Enseñanza, Investigación y Capacitación para el desarrollo Agrícola Regional (CEICADAR, Puebla), del Colegio de Postgraduados. México. 228-238.
Soylu, S., H.Yigitbas, E.M. Soyly, S. Kurt, 2007. Antifungal effects of essential oils from oregano and fennel on *Sclerotinia sclerotiorum*. Journal of Applied Microbiology 103: 1021-1030.
Teodorescu, G., M. Sumedrea, F.C. Marin, F. Murariu, 2009 Use of vegetal extracts in control of *Monilia* spp. Acta Horticulturae 825: 363-370.
Vázquez, S. T., G. E. Carrillo, T. B. Reyes, C. Serrato, A. Sixtos, J. Nathan, 2002. Aceites esenciales de *Tagetes filifolia* y su efecto larvicida. XIX Congreso Nacional de Fitogenética. 1 al 5 de Septiembre, Saltillo, Coahuila, México. p. 386.
Zavaleta-Mejía, E., O. Gómez-Rodríguez, 1995. Effect of *Tagetes erecta* L.-Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) intercropping on some tomato pest. Fitopatología 30:35-45.
Zavaleta-Mejía, E., O. Gómez-Rodríguez, V. A. González-Hernández, M. Livera-Muñoz, E. Cárdenas-Soriano, 2003. Allelopathy and microclimatic modification of intercropping with marigold on tomato early blight disease development. Field Crops Research 83 (1):27-34.

