

## Nota técnica

# Potencial de los extractos de orégano y cachanilla para el control de hongos fitopatógenos en frutos de tomate

G. Andrade-Bustamante<sup>1</sup>, L. Cervantes-Díaz<sup>1</sup>, C.E. Aíl-Catzim<sup>1</sup>, C.L. Del Toro-Sánchez<sup>3</sup>, J. Borboa-Flores<sup>3</sup>, P. Preciado-Rangel<sup>2</sup>, F.E. Martínez-Ruiz<sup>1</sup> y E. Rueda-Puente<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera a Delta, s/n, C.P. 21705, Ejido Nuevo León, Baja California, México

<sup>2</sup> Departamento de Agricultura y Ganadería, Universidad de Sonora, Carretera a Bahía de Kino, Km. 21, C.P. 23000 Sonora, México

<sup>3</sup> Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos, Universidad de Sonora, Blvd. Luis Encinas y Rosales s/n, Col. Centro, C.P. 83000, Hermosillo, Sonora, México

### Resumen

La presencia de hongos fitopatógenos en productos hortofrutícolas altera la calidad postcosecha. En el presente trabajo se evaluó el uso de extractos acuosos vegetales de hojas de orégano y cachanilla en dosis de 0,5 y 1,0%, para control de los hongos como *Fusarium* spp., *Aspergillus niger* y *Helminthosporium* spp., en fruto de tomate y sobre placas de agar. Se consideraron tratamientos adicionales, uno a base del fungicida Captan y otro a base de agua pura (controles). Los resultados indican diferencias significativas, arrojando que el orégano y cachanilla en dosis de 0,5 y 1% controlan a *Fusarium* spp., *Aspergillus niger* y *Helminthosporium* sp. En el estudio en placas de agar sobresalió orégano en dosis de 1%; el tratamiento Captan resultó tener efectos similares a los obtenidos por el extracto acuoso de orégano en ambas dosis, en el control de los patógenos en fruto y placa.

**Palabras clave:** Antagonistas, postcosecha, plantas del desierto.

### Abstract

#### Potential of oregano and cachanilla extracts for the control of phytopathogenic fungi in tomato fruits

The presence of phytopathogenic fungi in horticultural products alters the postharvest quality. In the present work the use of aqueous vegetable extracts of oregano and cachanilla leaves in doses of 0.5 and 1.0% was evaluated, for the control of fungi such as *Fusarium* spp., *Aspergillus niger* and *Helminthosporium* spp., in tomato fruit and on plates of agar. Additional treatments were considered, one based on Captan fungicide and the other in pure water (controls). Results indicate significant differences, showing that oregano and cachanilla in doses of 0.5 and 1% control *Fusarium* spp., *Aspergillus niger* and *Helminthosporium* sp. With respect to agar plates study, oregano excelled in a dose of 1%; the Captan treatment turned out to have effects similar to those obtained by the aqueous extract of oregano in both doses, in the control of the pathogens in fruit and agar plates.

**Keywords:** Antagonists, postharvest, desert plants.

---

\* Autor para correspondencia: erueda04@santana.uson.mx

<https://doi.org/10.12706/itea.2018.020>

## Introducción

El cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) es uno de los cultivos más importantes en México. Sin embargo, las pérdidas por agentes fitopatógenos en producción y postcosecha llegan a alcanzar hasta un 50% (Peñuelas-Rubio et al., 2015). Entre las enfermedades de mayor importancia figuran los hongos *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp., *Helminthosporium* spp., *Alternaria* spp., *Botrytis cinerea*, *Cladosporium* spp., *Geotrichum candidum*, *Mucor hiemalis*, *Penicillium* spp., *Rhizopus* spp. y *Trichoderma* spp. (Hernández-Martínez et al., 2014). En la comercialización de frutas y hortalizas frescas el control de microorganismos patógenos es de suma importancia (Flores-Bazauri et al., 2015) y para ello busca nuevas alternativas sustentables como extractos vegetales y aceites esenciales (Taborda-Andrade et al., 2015). El uso de extractos acuosos o aceites esenciales de plantas está teniendo un auge, pues presentan metabolitos secundarios que tienen efectos contra insectos plaga y control enfermedades (Perales-Segovia et al., 2015). Existen diversos estudios sobre extractos que se utilizan como repelentes contra insectos (*Rosmarinus officinalis* L., *Mentha piperita* L. y *Salvia officinalis* L.) que tienen una acción efectiva estudiada sobre microorganismos como *Aspergillus Niger*, *Penicillium Digitatum* y *Penicillium Italicum*, respectivamente (Villa-Martínez et al., 2015). El Desierto de Sonora, región que esta al Noroeste de México, presenta una vegetación con un potencial de ser bio-prospeccionada y evaluada para el control de fitopatógenos como son aquellos de postcosecha. El objetivo planteado en el presente estudio consistió en evaluar extractos acuosos de dos especies de plantas silvestres que se desarrollan en el desierto de Sonora; las plantas son el orégano (*Lippia palmeri*) y cachanilla (*Pluchea sericea*) en las dosis de 0,5 y 1%, frente a los hongos fitopatógenos *Fusarium oxysporum*, *Aspergillus niger* y *Helminthosporium* spp., causantes de pudriciones en frutos de tomate en la etapa de cosecha y postcosecha.

## Material y métodos

La recolección de frutos de tomate tipo cherry se hizo en el periodo normal de madurez de cosecha. Para la evaluación de plantas silvestres, se obtuvo orégano colectado en las coordenadas de 28°48'16" N 110°34'48" O y Cachanilla a los 32°28'36" N, 114°45'45" W (Hermosillo, Sonora y Mexicali, Baja California, respectivamente). El material vegetal se colectó en bolsas de papel de poliuretano y a una refrigeración de 4 °C. La obtención de extractos fue en oscuridad después de deshidratar hojas. Posteriormente, el material vegetativo se colocó por separado en agua destilada estéril (5gr por litro (0,5%) y 10 gr por litro (1%)) y haber hervido por 1 min; la suspensión de los extractos se filtró por separado en papel Whatman No.1 se colocó en tubos estériles y se mantuvo en refrigeración. Las dosis de cada extracto vegetal utilizadas fueron 0,5 y 1%. Este procedimiento fue realizado el mismo día del montaje para evitar fermentación en la solución preparada (Fajardo et al., 2013). Para la inoculación de frutos y evaluación del efecto fungistático con *Aspergillus niger*, *Fusarium* spp. y *Helminthosporium* spp., los hongos fueron activados durante siete a diez días en medio de cultivo sólido PDA (Agar papa dextrosa) a 30 °C. La concentración de esporas se ajustó a  $1 \times 10^7$  esporas/mL. Se realizó una punción sobre frutos de tomate (50 unidades experimentales por tratamiento), con una profundidad de 3 mm sobre la superficie (Bautista-Baños y Bravo-Luna, 2004). La inoculación de los hongos fue de manera independiente; se colocaron 50 µL de esporas. Una vez inoculado el fruto, se procedió a colocar sobre la punción inoculada 50 µL de los extractos vegetales a evaluar. Los tratamientos fueron expuestos en el interior de una cámara climática con 26 °C y lámpara fluorescente ( $25 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , 400-750 nM) y una humedad relativa de 30%. Al cabo de 15 días, se evaluó en zumo de pulpa el pH; los sólidos solubles totales (°Brix) disueltos en un líquido fue me-

dido con un densitómetro; se evaluó el croma con un medidor de colorimetría CR-400; el porcentaje de pérdida de peso en fruto. Finalmente, el halo de crecimiento (diámetro) en el punto de inoculación generado en el fruto. Los tratamientos a estudiar fueron seis, tal como se describen a continuación: dos extractos de plantas (orégano y cachanilla) en dos concentraciones (0,5 y 1%), fungicida Captan = Ftalimida (2000 mg·L<sup>-1</sup>) además de un tratamiento control a base de agua. Cada tratamiento constó de 5 repeticiones donde cada lote incluyó 10 frutos, originando 50 unidades experimentales por tratamiento. Para la determinación del efecto en placas de agar de los extractos acuosos sobre el crecimiento micelial de *Aspergillus niger*, *Fusarium* spp. y *Helminthosporium* spp., se utilizó medio agar con extracto y desarrollando la técnica de Bellotti et al. (2013), previo a la solidificación del medio, se procedió a agregar el extracto vegetal; las concentraciones vertidas en el medio agar fueron de 0,5 y 1%. Las placas fueron inoculadas en el centro con 50 L de la suspensión de esporas e incubadas a 25 °C; a las 96 hrs se midió el diámetro promedio de la colonia. Con los resultados obtenidos se calculó el porcentaje de inhibición del micelio (PIM) como el porcentaje de reducción del diámetro de la colonia respecto al control sin extracto. Para evaluar la actividad fungistática en fruto y la evaluación de porcentaje de inhibición *in vitro* se realizó un análisis estadístico; se aplicó un ANOVA para determinar el efecto de los extractos utilizando la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ ) para comparar entre los distintos tratamientos. Se utilizó el programa Statgraphics centurión XV versión 15.2.06. Los valores de porcentaje fueron previamente transformados al arcoseno.

## Resultados y discusión

Los resultados en la variable pH indican nula diferencia entre tratamientos evaluados (Tabla 1), los cuales difieren con Wade et al.

(2003), donde indican que con *Alternaria* y *Fusarium* spp. se puede incrementar el pH hasta 9,0. Sin embargo en el presente estudio, los resultados son semejantes a los de Navarro-López et al. (2012), obteniendo pH de 4,17 y 4,59; respectivamente. Con relación a los sólidos solubles (°Brix), los resultados arrojan diferencias significativas entre los tratamientos de *Fusarium* spp., sobresaliendo el extracto de orégano, cachanilla y el Captan. Asimismo, se puede apreciar que, entre dosis de los extractos resalta la de 0,5% para ambas plantas (Tabla 1). Con relación a *Aspergillus niger* y *Helminthosporium* spp, destaca la dosis de 0,5% de los extractos de ambas plantas, aunado al control químico Captan. Barco-Hernández et al. (2011), mencionan que en tomates de postcosecha sin ninguna inoculación, el comportamiento normal de los sólidos solubles va en aumento con respecto al día de inicio hasta los 15 días de evaluación, sin embargo, cuando los frutos se exponen a una inoculación y tratamiento-control la fisiología del fruto es modificada reflejándose principalmente en los sólidos solubles. Estudios reportados por Zapata et al. (2007), indican que el comportamiento de los °Brix durante diez días tuvo un incremento de 4,1 a 4,6 marcando un gran aumento en los sólidos solubles. Con relación al croma obtenido en frutos, los tratamientos inoculados con *Fusarium* spp. y tratados con extractos a una dosis de 0,5% y el tratamiento Captan, resultaron ser significativos, en comparación la dosis de 1% y el tratamiento control a base de agua. Considerando la inoculación de *A. niger*, la dosis de 0,5% a base de orégano y el fungicida Captan fueron los que resultaron superiores ( $P < 0,05$ ), siguiéndoles en segunda posición la dosis de 0,5% de la planta cachanilla. Con relación a *Helminthosporium* spp., existieron diferencias significativas en la cantidad de croma presente, sobresaliendo el fungicida y la dosis de 0,5% del extracto de orégano (Tabla 1). Estudios relacionados con el croma concuerdan con los obtenidos en el presente estudio (Zapata et al., 2007).

Tabla 1. Valores medios (n = XX) medidos sobre zumo de fruto (Grados Brix) y sobre fruto (Croma, pérdida de peso y halo de crecimiento) por el efecto de los distintos tratamientos evaluados. Se presenta la comparación para cada especie de hongo fitopatógeno inoculado (*Fusarium spp.*, *Aspergillus niger*, *Helminthosporium spp.*). Valores seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes a P = 0,05

*Table 1. Mean values (n = XX) measured on the fruit juice (Brix Grades) and on the fruit (Chroma, weight loss and growth halo) by the effect of the different types of treatments evaluated. The comparison is presented for each specie of inoculated phytopathogenic fungus (Fusarium spp., Aspergillus niger, Helminthosporium spp.). Values followed by the same letter are not different from P = 0.05*

Tratamientos	pH	Grados Brix*	Croma	Pérdida de peso (%)	Halo de crecimiento en fruto (mm)
<i>Fusarium spp</i>					
Orégano 0,05%	4,5a	6,92a	35,21a	17,21d	0,56b
Orégano 1%	4,4a	6,23b	26,34b	18,19c	0,69b
Cachanilla 0,05%	4,4a	6,92a	35,12a	17,97d	0,65b
Cachanilla	4,5a	6,12bc	26,12b	19,28b	0,68b
Captan	4,3a	6,88a	37,12a	19,23b	0,58b
Control a base de agua	4,5a	5,67d	28,23b	33,12a	101,01a
<i>Aspergillus niger</i>					
Orégano 0,05%	4,5a	6,78a	37,12a	17,23e	0,64b
Orégano 1%	4,4a	6,28b	27,67c	19,09c	0,66b
Cachanilla 0,05%	4,3a	6,87a	35,29b	16,33f	0,65b
Cachanilla 1%	4,4a	6,21b	27,54c	18,34d	0,71b
Captan	4,3a	6,96a	38,02a	20,10b	0,56b
Control a base de agua	4,4a	5,46c	27,21c	36,23a	110,21a
<i>Helminthosporium spp</i>					
Orégano 0,05%	4,5a	6,87a	35,21b	16,77e	0,61b
Orégano 1%	4,4a	6,32b	28,21d	18,22cd	0,69b
Cachanilla 0,05%	4,5a	6,77a	34,12bc	16,39e	0,63b
Cachanilla 1%	4,5a	6,21b	26,21f	19,26b	0,67b
Captan	4,3a	6,89a	38,18a	18,72c	0,51b
Control a base de agua	4,4a	5,76c	27,33de	41,21a	99,96a

\*Sólidos solubles totales. Literales diferentes indican diferencia significativa con P < 0,05. Los valores corresponden a la media de 10 unidades experimentales de 5 repeticiones por tratamiento.

En la variable pérdida de peso (%), se apreció un comportamiento inverso a las dos previas variables (°Brix y croma), destacando el tratamiento control. Los tratamientos que ejercieron una pérdida de peso menor fueron los tratamientos a base de extractos acuoso específicamente las dosis de 0,5% (Tabla 1). Se reporta que el límite en la pérdida de peso del fruto de tomate para su comercialización no debe exceder del 7% de su peso original (Riquelme-Ballesteros, 1999). Sin embargo, el presente estudio con la presencia de hongos fitopatógenos supera el porcentaje de la pérdida de peso; resultados que concuerdan con Navarro-López *et al.* (2012). Por su parte el estudio de González *et al.* (2012), coincide en una pérdida de peso hasta en un 60%; resultado superior al obtenido en el presente estudio.

Con relación a la variable halo de crecimiento (mm), los tratamientos con extractos inhiben el crecimiento hasta en un 100% en comparación de los controles inoculados con los hongos en estudio, éstos resultados concuerdan con Alvarado-Hernández *et al.* (2011), al evaluar aceites esenciales y mezclas de quitosano en heridas de tomate inoculado con *Rhizopus stolonifer*; también concuerdan con Tian *et al.* (2015), al utilizar el perilaldehído (PAE) obtenido de *Perilla frutescens*, y evaluado en tomate cherry con los hongos *Aspergillus* y *Alternaria alternata*.

La inhibición de desarrollo micelial de *Fusarium* sp. fue significativa al aplicar el extracto de orégano, en comparación del extracto de cachanilla. La dosis que sobresale es la concentración 0,05% para orégano (Figura 1), en

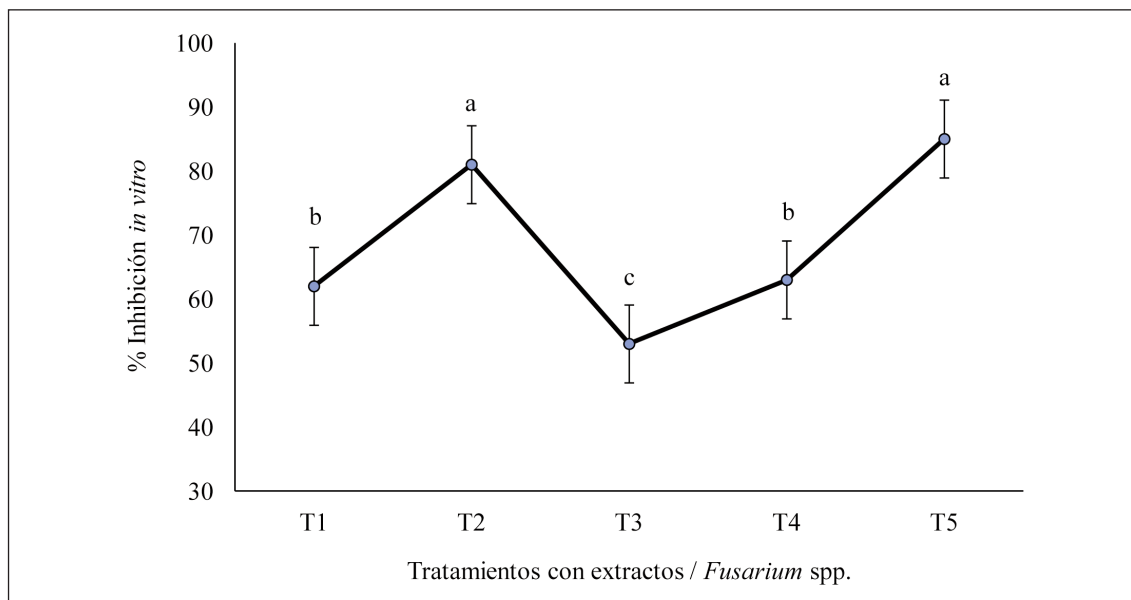


Figura 1. Inhibición en placas de agar (%) de *Fusarium* spp. sobre agar envenenado por los extractos acuosos donde: T1: *Lippia palmeri* (0,5%); T2: *Lippia palmeri* (1,0%); T3: *Pluchea sericea* (0,5%) y T4: *Pluchea sericea* (1,0%); T5: Captan. Literales diferentes indican diferencia significativa con  $P < 0,05$ . Los valores corresponden a la media de 10 unidades experimentales de 5 repeticiones.

Figure 1. Inhibition on agar plates (%) of *Fusarium* spp. on agar poisoned by aqueous extracts where: T1: *Lippia palmeri* (0.5%); T2: *Lippia palmeri* (1.0%); T3: *Plicea sericea* (0.5%) and T4: *Pluchea sericea* (1.0%); T5: Captan. Different literals indicate significant difference with  $P < 0.05$ . Values correspond to the average of 10 experimental units of 5 repetitions.

comparación de 1%. Se pudo apreciar que el tratamiento a base del fungicida Captan resalta en la inhibición de crecimiento micelial de *Fusarium* spp. Por su parte, sobre *Aspergillus niger* los tratamientos sobresalientes en la inhibición son con orégano en las dos dosis evaluadas, de 0,5 y 1%, en un 93 y 95%, respectivamente. El extracto acuoso a base de cachanilla figuró con valores no significativos, en ambas concentraciones (Figura 2). Un similar comportamiento fue observado en la evaluación de inhibición de desarrollo micelial con el hongo *Helminthosporium* spp. Los resultados evidencian que con ambos extractos se presentaron diferencias ( $P < 0,05$ ) (Figura 3). Se pudo apreciar que el tratamiento control a base de agua para cada hongo evaluado en el presente estudio provocó una pudrición del

fruto, evitando la manipulación y cuantificación de la variable crecimiento micelial.

Los resultados obtenidos indican que, con el uso de extractos vegetales, una participación de metabolitos secundarios juega un rol importante en la inhibición de los hongos. Arango-Bedoya et al. (2015), reportan que entre los componentes mayoritarios como responsables de una actividad inhibitoria figuran el Carvacrol, Timol, *p*-cimeno y cineol 1,8. Silva-Vázquez et al. (2015), en condiciones *in vitro*, probaron extractos acuosos y aceite esencial de orégano vs el fitopatógeno *Phytophthora infestans*, obteniendo resultados significativos (20,53  $\mu\text{g/ml}$ ) en una inhibición en el crecimiento del patógeno de 50% (CE50). Por su parte Martínez (2013), reporta una activi-

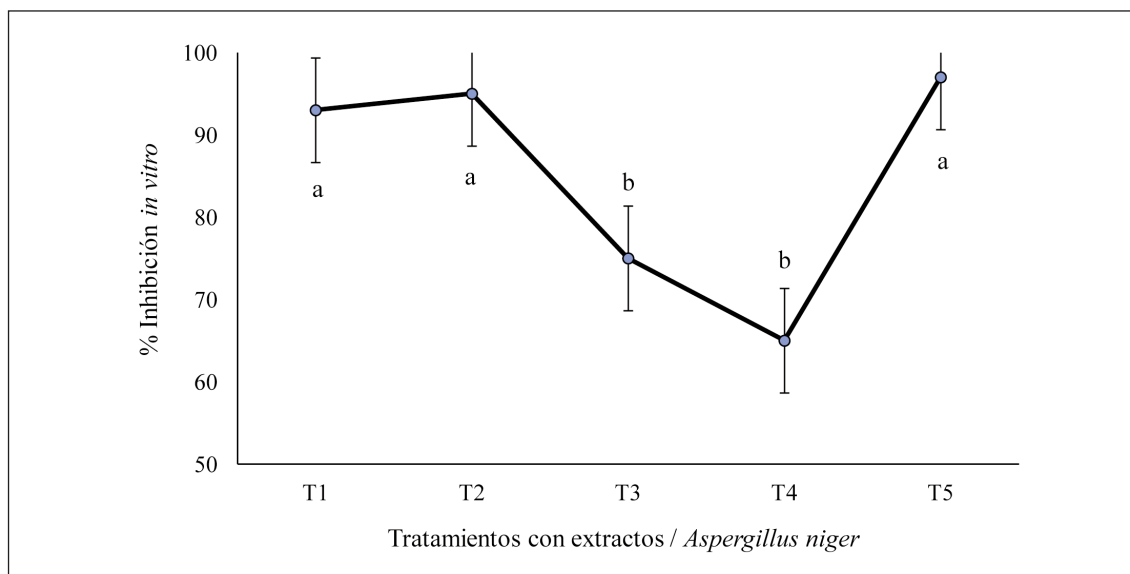


Figura 2. Inhibición en placas de agar (%) de *Aspergillus niger* sobre agar envenenado por los extractos acuosos donde T1: *Lippia palmeri* (0,5%); T2: *Lippia palmeri* (1,0%); T3: *Pluchea sericea* (0,5%) y T4: *Pluchea sericea* (1,0%); T5: Captan. Literales diferentes indican diferencia significativa con  $P < 0,05$ . Los valores corresponden a la media de 10 unidades experimentales de 5 repeticiones. Figure 2. Inhibition on agar plates (%) of *Aspergillus niger* on agar poisoned by aqueous extracts where T1: *Lippia palmeri* (0.5%); T2: *Lippia palmeri* (1.0%); T3: *Pluchea sericea* (0.5%) and T4: *Pluchea sericea* (1.0%); T5: Captan. Different literals indicate significant difference with  $P < 0.05$ . Values correspond to the average of 10 experimental units of 5 repetitions.

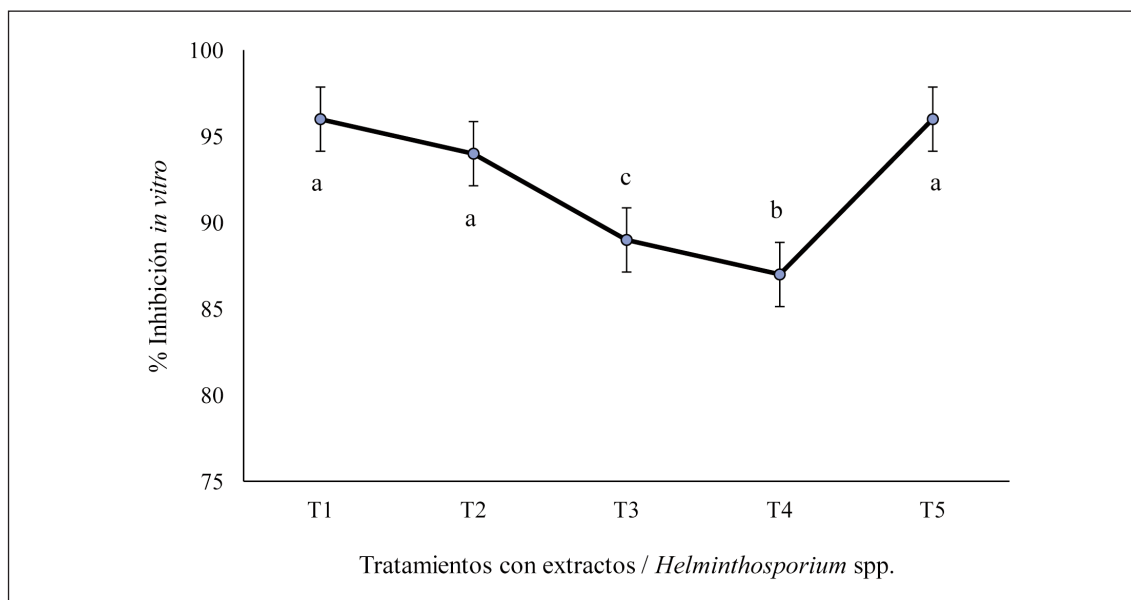


Figura 3. Inhibición en placas de agar (%) de *Helminthosporium* spp. sobre agar envenenado por los extractos acuosos donde: T1: *Lippia palmeri* (0,5%); T2: *Lippia palmeri* (1,0%); T3: *Pluchea sericea* (0,5%) y T4: *Pluchea sericea* (1,0%); T5: Captan. Literales diferentes indican diferencia significativa con  $P < 0,05$ . Los valores corresponden a la media de 10 unidades experimentales de 5 repeticiones.

Figure 3. Inhibition on agar plates (%) of *Helminthosporium* spp. on agar poisoned by aqueous extracts where: T1: *Lippia palmeri* (0.5%); T2: *Lippia palmeri* (1.0%); T3: *Pluchea sericea* (0.5%) and T4: *Pluchea sericea* (1.0%); T5: Captan. Different literals indicate significant difference with  $P < 0.05$ . Values correspond to the average of 10 experimental units of 5 repetitions.

dad antimicrobiana de aceites esenciales de orégano contra cuatro bacterias Gram-positivas y seis bacterias Gram-negativas; los resultados de estos autores muestran una mayor actividad contra *Escherichia coli* O157:H7 y *Staphylococcus aureus*, bacterias importantes que se encuentran afectando la salud humana y reportadas en productos hortofrutícolas. La efectividad del fungicida Captan puede deberse a la solubilidad y su capacidad de difusión, efecto que ya ha sido mencionado por otros autores como un factor a tomar en cuenta al realizar diferentes pruebas de sensibilidad a los plaguicidas (Gaviria-Hernández et al., 2013).

## Conclusiones

Los resultados obtenidos en el presente estudio demuestran que el uso de extractos vegetales de orégano y cachanilla, procedentes de ambientes desérticos como es el de Sonora, reducen significativamente el desarrollo de los hongos *Fusarium* spp., *Aspergillus niger* y *Helminthosporium* spp. en frutos de tomate. La dosis sobresaliente es la de 0,5% aplicando extracto de orégano y cachanilla. Sin embargo, el efecto inhibitorio micelial la dosis sobresaliente es la de 1,0%, y a base de orégano. Se recomienda realizar estudios bajo las condiciones que el agroproductor tiene en el campo al momento de la cosecha.

## Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología en México, por otorgarme la beca doctoral, la cual fue indispensable para la realización de este trabajo. A la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), en especial al Instituto de Ciencias Agrícolas (ICA-UABC), por la infraestructura proporcionada para la realización de la investigación.

## Bibliografía

- Alvarado-Hernández A, Barrera-Necha L, Hernández-Lauzardo A, Velázquez-del Valle M (2011). Actividad antifúngica del quitosano y aceites esenciales sobre *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.: Fr.) Vuill., agente causal de la pudrición blanda del tomate. *Revista Colombiana de Biotecnología* 13(2): 127-134.
- Arango-Bedoya O, Hurtado-Benavides A, Pantoja-Daza D, Santacruz-Chazatar L (2015). Actividad inhibitoria del aceite esencial de *Lippia origanoides* HBK sobre el crecimiento de *Phytophthora infestans*. *Acta Agronómica* 64(2): 116-124.
- Barco-Hernández P, Burbano-Delgado A, Mosquera-Sánchez S, Villada-Castillo H, Navia-Porras D (2011). Efecto del recubrimiento a base de almidón de yuca modificado sobre la maduración del tomate. *Revista Lasallista de Investigación*, 8(2): 96-103.
- Bellotti N, Bogdan S, Deyá C, Del Amo B, Romagnoli R (2013). Evaluación de extractos vegetales como agentes antifúngicos para pinturas. 3er Congreso Iberoamericano y XI Jornada Técnicas de Restauración y Conservación del Patrimonio, 16-18 de octubre, La Plata, Argentina. 3(14): 1-7.
- Fajardo M, González-Jaimes E, Castaño H (2013). Estudio de extractos vegetales en la inhibición de la liberación de zoosporas de *Spongopora subterranea* f. sp. *subterranea*. *Revista Politécnica* 9(17): 113-121.
- Flores-Bazauri W, Chico-Ruíz J, Cerna-Rebaza L (2015). Actividad antagónica *in vitro* de *Clonostachys rosea* sobre *Fusarium oxysporum*, *Alternaria solani* y *Botrytis cinerea*. *Revista Rebiol* 35(1): 34-42.
- Gaviria-Hernández V, Patiño-Hoyos L, Saldarriaga-Cardona A (2013). Evaluación *in vitro* de fungicidas comerciales para el control de *Colletotrichum* spp., en mora de castilla. *Revista Corpoica: Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 14(1): 67-75.
- González I, Arias Y, Peteira B (2012). Aspectos generales de la interacción *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*-tomate. *Revista de Protección Vegetal* 27(1): 1-7.
- Hernández-Martínez R, López-Benítez A, Borrego-Escalante F, Espinoza-Velázquez J, Sánchez-Aspeytia D, Maldonado-Mendoza I, López-Ochoa L (2014). Razas de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* en predios tomateros en San Luis Potosí. *Revista mexicana de ciencias agrícolas* 5(7): 1169-1178.
- Martínez P (2013). Evaluación del poder antifúngico de los extractos de romero, menta y salvia sobre hongos que atacan a las naranjas. *Revista sobre Estudios e Investigaciones del Saber Académico* 7(7): 28-32.
- Navarro-López E, Nieto-Ángel R, Corrales-García J, García-Mateos M, Ramírez-Arias A (2012). Calidad poscosecha en frutos de tomate hidropónico producidos con agua residual y de pozo. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 18(3): 263-277.
- Peñuelas-Rubio O, Arellano-Gil M, Vargas-Arispuro I, Lares-Villa F, Cantú-Soto E, Hernández-Rodríguez S, Gutiérrez-Coronado M, Mungarro-Ibarra C (2015). Bioactividad *in vitro* de extractos de gobernadora (*Larrea tridentata*) sobre la inhibición de hongos poscosecha: *Alternaria tenuissima*, *Aspergillus niger*, *Penicillium polonicum* y *Rhizopus oryzae*. *Polibotánica* (40): 183-198.
- Perales-Segovia C, Bocanegra-García J, Carrillo-Rodríguez J, Chávez-Servía J, Silos-Espino H, Aguilar-Ojeda L, Tafoya-Rangel F (2015). Efecto de extractos vegetales en mosquita blanca bajo dos esquemas de aplicación. *Revista Mexicana de Agroecosistemas* 2(1): 1-7.



- Riquelme-Ballesteros F (1999). Poscosecha del tomate para consumo en fresco. En: El Cultivo del Tomate. (Ed. Nuez F), pp. 589-623. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Silva-Vázquez R, Durán-Meléndez L, Santellano-Estrada E, Rodríguez-Muela C, Villalobos-Villalobos G, Méndez-Zamora G, Hume M (2015). Performance of broiler chickens supplemented with Mexican oregano oil (*Lippia berlandieri* Schauer). Revista Brasileira de Zootecnia 44(8): 283-289.
- Taborda-Andrade L, Sánchez-Orozco M, Bonilla-Correa C, Huertas-Davey C (2015). Efecto fungistático de extractos y aceites esenciales de *Lippia origanoides* HBK y *Thymus vulgaris* L. como alternativas de manejo de *Botrytis cinerea* en fresa. Acta Agronómica 64(1): 93-99.
- Tian J, Zeng X, Lü A, Zhu A, Peng X, Wang Y (2015). Perillaldehyde, a potential preservative agent in foods: Assessment of antifungal activity against microbial spoilage of cherry tomatoes. LWT-Food Science and Technology 60(1): 63-70.
- Villa-Martínez A, Pérez-Leal R, Morales-Morales H, Basurto-Sotelo M, Soto-Parra J, Martínez-Escudero E (2015). Situación actual en el control de *Fusarium* spp. y evaluación de la actividad antifúngica de extractos vegetales. Acta Agronómica 64(2): 194-205.
- Wade W, Vasdinnyei R, Deak T, Beuchat L (2003). Proteolytic yeasts isolated from raw, ripe tomatoes and metabiotic association of *Geotrichum candidum* with *Salmonella*. International Journal of Food Microbiology 86(1-2): 101-111.
- Zapata L, Gerard L, Davies C, Oliva L, Schvab M (2007). Correlación matemática de índices de color del tomate con parámetros texturales y concentración de carotenoides. Ciencia, tecnología y tecnología (34): 207-226.

(Aceptado para publicación el 29 de agosto de 2018)