

## EVALUACIÓN DE EXTRACTO DE CÍTRICOS EN EL CONTROL DE ENFERMEDADES FOLIARES DE TOMATE SALADETTE INDETERMINADO (*Lycopersicon esculentum* MILL VAR. ROMA)

Rueda Puente Edgar Omar<sup>1</sup>, Rochín Barraza Jonathan Enrique<sup>1</sup>, Valdez Dominguez Ramón Dolores<sup>1</sup>, López Elías Jesús<sup>1</sup> y Huez López Marco Antonio<sup>1</sup>

Departamento de Agricultura y Ganadería- División de Cs<sup>1</sup> Biológicas y de la Salud-Universidad de Sonora, Dirección: Hermosillo, Sonora Carr. Bahía de Kino Km. 21 Apdo. Postal 305. email: [erueda04@santana.uson.mx](mailto:erueda04@santana.uson.mx), [erueda818@gmail.com](mailto:erueda818@gmail.com)

### Resumen

En los últimos años, los extractos de plantas se desarrollan con un nuevo concepto de protección de cultivos mediante productos, en cuyo diseño se considera: acción específica sobre el objetivo, impacto bajo o nulo en organismos circundantes y el ambiente e impacto bajo o nulo en el cultivo. El presente estudio consistió en evaluar extractos de cítricos a diferentes dosis (0, 666, 1000, 2000, 4000 y 8000 ppm) contra enfermedades en tomate saladette bajo condiciones de campo. El estudio se desarrolló en el área agrícola del Departamento de Agricultura de la Universidad de Sonora. Los resultados indican que en la concentración de 666 y 8000 ppm de extractos de cítricos, fue la más efectiva para retardar la manifestación de signos de hongos como *Alternaria tenuissima*, *Botrytis cinerea*, *Cladosporium fulvum*, *Colletotrichum coccodes*, *Fusarium oxysporum*, *Geotrichum candidum*, *Rhizopus stolonifer*, *Stemphylium macrosporoideum*, *Rhizoctonia solani* y *Monilia brunnea*.

**Palabras clave:** Agricultura orgánica, Extractos de plantas

### Abstract

The tomato looms large in relation to socio-economic development of agriculture worldwide. Currently, consumers are interested in knowing the origin of the products, how they were grown or if they are safe to eat, as well as the nutritional content, emphasizing his concern about possible contamination with agrochemicals, especially for fresh consumption. Therefore, is important to find production systems attached as close as possible to the non-application of agrochemicals, remains a viable option, organic production. In recent years, the plant extracts are developed with a new concept of using crop protection products in which design is considered: specific action on the target, low or no impact on surrounding organisms and the environment and little or no impact on cultivation. The present study was carried out to evaluate the tomato saladettes with citrus extracts at different doses (0, 666, 1000, 2000, 4000 and 8000 ppm) under field conditions, determining which one of treatment gives better results in controlling tomato diseases during phenological development. The study was conducted in the agricultural area of the Department of Agriculture of the University of Sonora. The results indicate that the concentration of 666 and 8000 ppm of citrus extracts, were the most effective to delay the manifestation of signs of fungi such as *Alternaria tenuissima*, *Botrytis cinerea*, *Cladosporium fulvum*, *Colletotrichum coccodes*, *Fusarium oxysporum*, *Geotrichum candidum*, *Rhizopus stolonifer*, *Stemphylium macrosporoideum*, *Rhizoctonia solani* and *Monilia brunnea*.

**Key words:** Organic agriculture, Plant extracts

### Introducción

El tomate *Lycopersicon esculentum* Mill., es una de las hortalizas más importantes en el mundo tanto por la superficie de cultivo y por la producción obtenida ya que ocupa el segundo lugar después de la papa

**Producción y protección de cultivos Bajo un escenario de cambio climático**

(Agrios, 2012). Su popularidad se debe al aceptable sabor y disponibilidad del fruto en una amplia gama de ambientes, así como a su relativa facilidad para ser cultivado. Además su cultivo tiene las siguientes ventajas: genera empleo, debido a que requiere mucha mano de obra desde la siembra hasta el empaque; estimula el empleo urbano proporcionando oportunidades de negocios en aspectos como manufactura, venta de agroquímicos, maquinaria y equipo; se necesita semilla de calidad; su exportación va en aumento, lo mismo que los precios pagados a los productores, generando importantes cantidades de divisas; mejora la nutrición de los consumidores; es muy versátil en su uso porque se puede consumir en fresco, cocinado, frito y procesado industrialmente en conservas, salsas, jugos y en polvo.

La superficie sembrada de tomate se estima en más de tres millones de hectáreas en el mundo, con un producción promedio anual de 126.2 millones de toneladas; actualmente el tomate se siembra en más de 170 países siendo los principales productores China, Estados Unidos, Turquía, India, Italia, Egipto, España, Brasil, Irán y México. En México se cultivan alrededor de 64 mil hectáreas anuales de las cuales se obtienen un producción de alrededor de 2, 425,000 toneladas. La superficie dedicada a este cultivo creció en un 20% económico y social, ocupa el primer lugar en exportación, desde hace más de 20 años, con un promedio de más de 80,000 hectáreas cultivadas en los últimos diez años (1996-2006) y la producción en un 22%. El tomate es un cultivo que sobresale por su impacto al año, lo cual representa un 26% del total anual exportado de vegetales frescos, con más de 2,000,000 de toneladas de fruto fresco, además se obtienen divisas por concepto de exportación de alrededor de 500 millones de dólares (Bukasov, 2010).

El estado de Sonora se caracteriza por tener gran actividad agrícola y dentro de esta actividad la horticultura tiene gran importancia, ya que año con año genera un importante rubro en la economía estatal y nacional en divisas, además genera en forma directa e indirecta miles de empleos, en la producción de tomate. Esta actividad es base económica de varios municipios. La superficie de siembra de tomate en el estado de Sonora ha ido en aumentado, durante los últimos siete años, durante el ciclo agrícola otoño-invierno del año 2008 se registró una superficie de siembra de 1,105 ha, con producción de 30,470 toneladas con valor de producción de 75,416.90 miles de pesos, y para el mismo ciclo pero del año 2012 se reporta una superficie de siembra de 1,775 hectáreas con producción de 46,886.00 toneladas, siendo su valor comercial 249,844.60 miles de pesos (A. P. S. 2012).

El cultivo de tomate presenta serios problemas entre los que destacan los fitosanitarios. Algunos hongos que causan enfermedades importantes al cultivo del tomate son: *Alternaria dauci f. solani*, *Botrytis cinerea*, *Fulvia fulva*, *Leveillula taurina* (Kasselaki et al., 2006) y *Phytophthora infestans*, entre otros. Los principales virus que afectan la producción de tomate son: TMV (Virus del Mosaico del Tabaco), ToMV (Virus del Mosaico del Tomate), TSWV (Virus de la Marchitez Manchada del Tomate), TYLCV (Virus del Rizado Amarillo del Tomate), PVX (Virus X de la Papa), CMV (Virus del Mosaico del Pepino), AMV (Virus del Mosaico de la Alfalfa) y PVY (Virus Y de la Papa) y entre las bacterias que afectan al cultivo de tomate, se tiene a *Clavibacter michiganensis* spp. *michiganensis* que causa cáncer bacteriano, *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* que causa la enfermedad peca bacteriana, *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* que causa la mancha bacteriana, y *Pseudomonas corrugata* que causa la necrosis medular (Alexopoulos et al., 1996). El control biológico es una de las tantas herramientas disponibles para utilizar en el programa de manejo integrado de enfermedades de las plantas. En años recientes, se han incrementado los casos exitosos de control biológico el cual se basa en emplear un agente de control con propiedades similares al patógeno y aprovechar una serie de interacciones ecológicas: competencia, antagonismo o antibiosis (Báez, 2001).

El desarrollo de agentes de control biológico es más complicado que el control químico, ya que introduce un tercer ser vivo en la interacción. Los mecanismos de control biológico para bacterias son básicamente los mismos que para el control biológico de hongos. Uno de los más frecuentes es la producción de metabolitos, capaces de actuar específicamente sobre las bacterias o de amplio espectro o de bacteriocinas activas frente a microorganismos de un cierto género o especie.

**Producción y protección de cultivos Bajo un escenario de cambio climático**

Las plantas tienen una capacidad casi ilimitada para sintetizar sustancias aromáticas, siendo la mayoría fenoles o sus derivados oxígeno-sustituidos. En general son metabolitos secundarios (es decir, que no tienen un papel esencial en el metabolismo de la plantas) (Blancard, 1996).

Estos productos nombrados comúnmente esencias son sustancias olorosas volátiles contenidas normalmente en los vegetales. Su volatilidad los diferencia de los aceites fijos que producen los lípidos, los cuales son particularmente abundantes en las Retaceas, Umbelíferas, Mirtáceas y Labiadas. Son compuestos del agradable olor de determinadas plantas y algunos con poder antimicrobiano como el mentol obtenido de la menta (*Menta piperita*) y la capsaicina de la planta conocida como pimiento rojo o chile (*Capsicum annuum*). En los últimos años, los extractos de plantas se desarrollan con un nuevo concepto de protección de cultivos mediante productos, en cuyo diseño se considera: acción específica sobre el objetivo, impacto bajo o nulo en organismos circundantes y el ambiente e impacto bajo o nulo en el cultivo (Borboa *et al.*, 2009). El presente estudio consistió en evaluar extractos de cítricos a diferentes dosis (0, 666, 1000, 2000, 4000 y 8000 ppm) para el manejo de enfermedades en tomate slades bajo condiciones de campo.

**Materiales y Métodos**

El estudio se desarrolló en el área agrícola del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora. Entre las principales actividades generadas fueron la producción de plántula de tomate en condiciones de vivero, utilizándose riegos diarios. En el área de siembra se prepararon surcos a distancia de 90 cm Posteriormente se llevó a cabo el marcado de tratamientos; esta actividad fue con la finalidad de delimitar las unidades experimentales y facilitar la localización de los tratamientos al momento de evaluarlos; se marcaron con estacas e hilo sintético de acuerdo a los requerimientos del diseño experimental planteado. Previo al trasplante se realizó un riego. Las plantas se establecieron a una distancia de 30 cm entre plantas, colocando dos plantas por sitio al costado del surco. Los riegos fueron aplicados por bombeo de agua de pozo y las aplicaciones de los mismos estuvieron en función de las necesidades del cultivo, tipo de suelo y condiciones climáticas. Estas se establecieron por lo regular cada tercer día. La fertilización fue aplicando la fórmula 150-60-50. Utilizando como fuentes Urea (46-00-00), FMA (10-50-00), Sulfato de Potasio (0-00-50), en la cual el nitrógeno se fraccionó en tres aplicaciones, agregando a cada planta 7g a una distancia de 7 cm. La primera aplicación se llevó a cabo a los 7 días después del trasplante, la segunda a los 25 días después del trasplante, la tercera aplicación se llevó a cabo a los 40 días después del trasplante. Las labores culturales, después del trasplante, se procedió al rajado del surco para dar la forma final del mismo aprovechándose la realización de deshierbes, aclareos y posteriormente los aporques. Los extractos fueron proporcionados por la empresa Inver-Agroinsums. Las aplicaciones de los diferentes tratamientos de extractos de cítricos (0, 666, 1000, 2000, 4000 y 8000 ppm), se aplicaron al follaje en tres ocasiones: la primera aplicación se llevó a cabo a los 17 días después del trasplante, la segunda a los 35 días después del trasplante y la tercera a los 45 días después del trasplante; las aplicaciones se hicieron con una aspersora manual. Por cada tratamiento se consideraron 10 plantas como unidades experimentales. Las evaluaciones se llevaron cada tercer día después de la primera aplicación, realizándose cada 48 h; para registrar la presencia de hongos, síntomas de la enfermedad y otros cambios en el follaje y fruto.

Las variables medidas fueron:

$$\text{Incidencia} = \frac{\text{Número de hojas y/o frutos afectados}}{\text{Número de hojas y/o frutos totales}} * 100$$

Severidad: mediante una escala de uno (hoja y/o fruto sano) a cinco ( $\geq 10\%$  de la hoja y/o fruto afectado)

Se empleó un diseño completamente al azar y la información obtenida se sometió a análisis estadístico mediante el programa S.A.S. (Statistical Analysis System). Dentro de este se realizaron pruebas de Duncan

**Producción y protección de cultivos Bajo un escenario de cambio climático**

y Anova. Las hojas detectadas con cambios de coloración y/o aquellas que mostraron síntomas y/o signos de enfermedad, fueron colectados, depositados en cámaras húmedas, previamente identificadas con marcador y ubicados en hielera a 4° C, para ser trasladadas al laboratorio agrícola de Biosalinidad en el Departamento de Agricultura; se procedió a la identificación del agente causal de la enfermedad que estaba ocasionando daño al follaje y/o fruto. Esto se hizo por siembra directa de tejidos infectados en cámaras húmedas para posteriormente aislar el patógeno e identificarlo por medio de montajes en laminillas de vidrio vistas al microscopio compuesto. También se hicieron montajes de los patógenos directamente tomadas de hoja y fruto infectado. Para su identificación se recurrió al apoyo de las claves para identificación de hongos de Abad (2002), Barnett y Hunter (1998), Gilman (1963) y Romero (1993) ya que los principales problemas fueron ocasionados por estos. También se identificó el agente causal por la sintomatología que presenta sobre el fruto.

**Resultados y Discusión**

Los resultados obtenidos muestran que *Alternaria tenuissima*, *Botrytis cinerea*, *Cladosporium fulvum*, *Colletotrichum coccodes*, *Fusarium oxysporum*, *Stemphylium macrosporoideum*, *Rhizoctonia solani*, *Monilia brunnea*, fueron los patógenos presentes en los diferentes tratamientos evaluados con extractos de cítricos a diferentes dosis (0, 666, 1000, 2000, 4000 y 8000 ppm) bajo condiciones de campo, durante 75 días. Los patógenos ya mencionados son reportados por Agrios (2012) y Carrillo (2004) como principales problemas fitosanitarios en follaje además de postcosecha de frutas y hortalizas, incluyendo al tomate. Estos hongos se encontraron afectando follaje además de la zona del pedúnculo de aquellos frutos infectados o próxima a este, con la apreciación de que toda la parte posterior del fruto de tomate estaba intacta, sana, prácticamente sin daño a excepción de *Rhizopus* y *Geotrichum* los cuales ocasionaron una pudrición blanda en los frutos dañándolos casi por completo, principalmente en los tratamientos de 0, y 666 ppm.

Las plantas de los tratamientos con 2000, 1000, 4000 y 0 ppm de extracto fueron los que presentaron mayor incidencia y severidad en follaje y fruto en relación con los tratamientos de 600 y 8000 ppm, mostrando diferencias significativas entre estos dos últimos y 2000, 1000, 4000 y 0 ppm.

Los resultados observados concuerdan con los de Dagmar *et al.* (2008), donde observaron el efecto de treinta y cuatro aceites esenciales para inhibir el crecimiento de *Clavibacter michiganensis* subespecie *sepedonicus* (Cms) y *Clavibacter michiganensis* subespecie *insidiosus* (Cmi), detectando que los aceites de *Origanum vulgare*, *O. compactum*, *Eugenia caryophyllata* y *Artemisia absintio* fueron los más eficientes en controlar a las bacterias Cms y Cmi. Asimismo, los resultados del presente estudio, concuerdan con el autor previamente citado Dagmar *et al.* (2008) donde el género *Origanum* es el que predomina en la inhibición de las bacterias Cmm. Sin embargo, es importante indicar que la inhibición de Cms por los cuatro tipos de *Lippia palemeri*, varío el efecto inhibitorio (diferencia significativa en los diámetros de los halos de inhibición) adjudicándosele posiblemente a la composición de los aceites vegetales por efecto de las condiciones ambientales de su hábitat donde se desarrollan y la especie de planta; esto último acorde a los resultados obtenidos por Sivropoulou *et al.* (1996).

Otros trabajos han demostrado la capacidad de diversas especies de orégano y del tomillo de retardar y de inhibir el crecimiento de microorganismos de plantas tales como: *Agrobacteria tumefaciens*, *C. michiganensis* subespecie *michiganensis*, *Erwinia amylovora*, *E. caratovora*, *E. Pseudomonas syringae*, *Pseudomonas viridiflava*, *Axonopodis picovoltio*, *Xanthomonas vesicatoria* (Soylu *et al.*, 2003). Asimismo, la aplicación de aceites esenciales provenientes de orégano y tomillos, entre otros, se ha estudiado para controlar las enfermedades producidas por hongos incidentes en poscosecha del tomate, *R. stolonifer*, *B. cinerea*, *Alternaria arborescens* y *Geotrichum candidum*. Los resultados han sido variables en función del hongo y del extracto evaluado. Revisar nombres científicos van con cursivas

**Conclusiones**

**Producción y protección de cultivos Bajo un escenario de cambio climático**

Con la aplicación de extractos de cítricos en concentración de 666 y 8000 ppm se logró alargar la manifestación de síntomas de patógenos foliares y de fruto de hongos foliares y de fruto como *Alternaria tenuissima*, *Botrytis cinerea*, *Cladosporium fulvum*, *Colletotrichum coccodes*, *Fusarium oxysporum*, *Geotrichum candidum*, *Rhizopus stolonifer*, *Stemphylium macrosporoideum*, *Rhizoctonia solani* y *Monilia brunnea*. Son necesarios otros estudios para evaluar la actividad fito-tóxica sobre otras etapas fenológicas del tomate, tales como la germinación de la semilla y el posible uso para el saneamiento de la misma, para evitar el uso de semilla contaminada por patógenos que se diseminan por este medio. Asimismo, es importante el aislamiento e identificación de los compuestos activos que presenta el extracto evaluados y, considerar los campos moleculares, morfológicos y bioquímicas que estos compuestos causan a los patógenos y al hospedero. Finalmente, el presente trabajo, permite proponer la reducción del uso de fungicidas y de otros productos prohibidos actualmente en algunos países europeos y en la producción orgánica de hortalizas

**Agradecimientos**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación por el proyecto aprobado 12067: Detección de patógenos de importancia cuarentenaria en la zona Noroeste de México. Asimismo se agradece a la Fundación Produce-Sonora, por el proyecto aprobado: Estrategias de control para organismos fito-patógenos que afectan la producción de hortalizas en la región de Guaymas y costa de Hermosillo

**Literatura Citada**

- Agrios G. N. 2012. Plant pathology. 5ta Ed. Elsevier Academic Press, Estados Unidos, 1098 p.
- Alexopoulos C., Mims C., Blackwell M. 1996. Introductory Mycology. 4ta Ed. Wiley. Nueva York, EEUU. P. 869.
- A. P. S. 2012. Plagas y enfermedades del tomate/ Plagues and Diseases of Tomatoes. Libro de texto. Mundi-Presna Libros. ISBN: 9788471149435 8471149435. pp. 2-33.
- Báez, F. M. 2001. Calidad poscosecha de frutos hídricos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. y su relación con la calidad de la poligalacturonasa. Tesis de maestría Centro de Investigaciones en Alimentos y Desarrollo. Culiacán Sinaloa.
- Blancard D. 1996. Enfermedades del tomate. INRA Estación de Patología. Ed. Mundi-Prensa. España
- Borboa, F. J., Rueda, P. E. O., Acedo, F. E., Ponce, M. J. F. Cruz, V. M. Y Garcia, O. A. M. 2009. Detección de *Clavibacter michiganensis* subespecie michiganensis en tomate en el estado de Sonora, México. Revista Fitotecnia Mexicana. Bravo, M., Aldunate, P. 1993. Monografías Hortícolas. CORFO. PUCCH. Santiago. P.136.
- Bukasov S. M. 2010. Las plantas cultivadas de México, Colombia y Lima. IICA. Publicación. Misc. No 20. Citado por Esquinas A. J., Nuez, F. V. 2001. El Cultivo Del Tomate/ Cultivation of Tomato. Mundi-Presna ISBN: 9788471145499 8471145499. P. 15.
- Carrillo, R. A. 2004. Tendencias históricas de la producción de jitomate en México y Sinaloa. Empresa y agricultura de exportación en el Noroeste de México. Historia Económica y tendencias actuales. CONACYT. U42007H.
- Dagmar P., Blanka k., Roman P., Rysanek P. 2008. Effectivity of plant Essential Oils Against *Clavibacter Michiganensis*, in vitro. Zemdirbyste-Agriculture, vol. 95, No. pp. 440-446.
- Sivropoulou A., Papanikolaou E., Nikolaou C. 1996. Antimicrobial and cytotoxic activities of Origanum essential oils // Journal of Agricultural and Food Chemistry. vol. 44, pp. 1202-1205.
- Soylu S., Soylu E.M., Bozkurt İ.A., Kaya A.D. 2003. Antibacterial activities of essential oils from oregano, thyme, rosemary and lavender plants against *Pseudomonas savastanoi* pv. *phaseolicola*, the causal agent of halo blight of bean. Ovidius Univ. Ann. Med. Sci. Pharm. 1: 40-44.