

Efecto de los extractos acuosos de hojas de plantas de gobernadora (*Larreas tridentata*), hojaseñ (*Flourensia cernua*) y encino (*Quercus pungens*), sobre el crecimiento micelial *in vitro* de hongos fitopatógenos

Effect of aqueous extracts of leaves of creosote bush (*Larreas tridentata*), tarbush (*Flourensia cernua*) and oak (*Quercus pungens*) on *in vitro* mycelial growth of phytopathogenic fungi

José Valero Galván*, César Alejandro González Díaz*, Raquel González Fernández*

RESUMEN

En el presente estudio se evaluó el efecto inhibitorio de extractos acuosos de hojas de gobernadora (*Larrea tridentata*), hojaseñ (*Flourensia cernua*) y encino (*Quercus pungens*), sobre el crecimiento del micelio *in vitro* de cinco hongos fitopatógenos (*Phytophthora capsici*, *Botrytis* sp., *Alternaria solani*, *Aspergillus flavus* y *Rhizopus* sp.). Se realizaron extractos acuosos de las hojas secas de las tres especies de plantas a dos concentraciones diferentes (10% y 20%). Los extractos se añadieron a cajas Petri para formar un medio de cultivo extracto-Papa Dextrosa Agar (PDA). Posteriormente se inoculó con las diferentes cepas fitopatógenas y se determinó el porcentaje de inhibición del crecimiento del micelio de cada una de las cepas a las 24 h, 48 h, 72 h y 96 h. Los resultados obtenidos al utilizar los extractos de las tres especies de plantas a las dos concentraciones diferentes mostraron diferencias significativas en el porcentaje de inhibición del crecimiento del micelio de los diferentes hongos evaluados. Todos los extractos vegetales inhibieron el crecimiento del micelio de *P. capsici* y *A. flavus* a las 24 h, 48 h y 72 h de incubación en las dos concentraciones analizadas, mientras que a las 96 h de incubación el extracto acuoso de *F. cernua* presentó el mayor porcentaje de inhibición para las cepas de *Botrytis* sp. y *Rhizopus* sp. en las dos concentraciones evaluadas.

ABSTRACT

In the present study the inhibitory effect of aqueous leaf extracts of creosote bush (*Larrea tridentata*), tarbush (*Flourensia cernua*) and oak (*Quercus pungens*) was evaluated on mycelial growth under *in vitro* conditions of five phytopathogenic fungi (*Phytophthora capsici*, *Botrytis* sp., *Alternaria solani*, *Aspergillus flavus* and *Rhizopus* sp.). Aqueous extracts of dried leaves of the three species of plants at two different concentrations (10% and 20%) were performed. Extracts were added to Petri dishes to form a extract-Potato Dextrose Agar (PDA) medium. Subsequently, these medium were inoculated with different pathogens strains and the inhibition percentage of mycelium growth of each strain was determined at 24 h, 48 h, 72 h and 96 h. The two concentrations of the extracts of the three plant species showed significant differences in the inhibition percentage of mycelium growth of the various fungi tested. All extracts inhibited the growth of mycelium of *P. capsici* and *A. flavus* at 24 h, 48 h and 72 h of incubation at the two concentrations tested. Whereas at 96 h of incubation the *F. cernua* aqueous extract showed an inhibition percentage of mycelium growth of *Botrytis* sp. and *Rhizopus* sp. strains at the two concentrations tested.

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades de las plantas son de interés agronómico para el hombre, debido a que generan importantes pérdidas económicas al perjudicar a los cultivos y sus derivados (Agrios, 2005). Estas enfermedades son producidas principalmente por hongos, bacterias, nemátodos y virus fitopatógenos, de

Recibido: 16 de junio de 2014
 Aceptado: 06 de agosto de 2014

Palabras clave:

Extractos acuosos; hongos fitopatógenos; control *in vitro*.

Keywords:

Aqueous extracts; fungal pathogens; *in vitro* control.

Cómo citar:

Valero Galván, J., González Díaz, C. A. & González Fernández, R. (2014). Efecto de los extractos acuosos de hojas de plantas de gobernadora (*Larreas tridentata*), hojaseñ (*Flourensia cernua*) y encino (*Quercus pungens*), sobre el crecimiento micelial *in vitro* de hongos fitopatógenos. *Acta Universitaria*, 24(5), 13-19. doi: 10.15174.au.2014.630

* Instituto de Ciencias Biomédicas, Departamento de Ciencias Químico-Biológicas, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Anillo Envolvente del Pronaf y Estocolmo s/n, Ciudad Juárez, Chihuahua, Chih., México. C.P. 32300. Tel.: 688 1821, ext. 1621; fax: ext. 1620. Correo electrónico: jose.valero@uacj.mx

los cuales los hongos son el grupo de mayor relevancia económica, debido a que de las 100 000 especies de hongos conocidas, más de 8000 producen enfermedades en las plantas, en comparación con las 50 que producen enfermedades en el hombre o en los animales.

Los hongos producen pérdidas significativas en los productos alimenticios y en los granos durante su almacenamiento, debido a que éstos afectan a su valor nutritivo por la producción de micotoxinas (Domijan, Feraica, Jurjevic, Ivil & Cvjetkovic, 2005; Koirala, Kumar, Yadar & Premarajan, 2005). A nivel mundial, cerca del 25% de los cereales están contaminados con micotoxinas, y más de 300 metabolitos fúngicos son tóxicos para los seres humanos y animales (Galvano, Piva, Ritieni & Galvano, 2001). En nuestro país, así como en el resto del mundo, esta pérdida en productividad es debida principalmente a hongos fitopatógenos, tales como *Alternaria*, *Botrytis*, *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Fusarium* y *Penicillium* (Lopes & Martins, 2008; Griffin & Chu, 1983; Pose, Ludemann, Segura & Fernández, 2004). Los principales efectos tóxicos de estos metabolitos son carcinogenicidad, genotoxicidad, teratogenicidad, nefrotoxicidad, hepatotoxicidad, trastornos reproductivos e inmunosupresión (Rocha, Ansari & Doohan, 2005). Dentro del grupo de los Oomycetes, varios géneros han mostrado su importancia económica como patógenos de plantas. Por ejemplo, el género *Phytophthora* se encuentra entre los hongos más destructivos del mundo, debido a que los daños que les causa a sus hospederos representan pérdidas de miles de millones de dólares en cultivos comerciales a nivel mundial (Van West, Appiah & Gow, 2003).

Los fungicidas sintéticos son el método más utilizado para el control de estos hongos fitopatógenos. Sin embargo, estos productos han provocado el desarrollo de mecanismos de resistencia en los hongos, a la vez que generan residuos tóxicos en alimentos y en el medio ambiente, poniendo en riesgo la salud del hombre (Angulo, Armenta, García, Carrillo, Salazar & Valdez, 2009). Una alternativa económica y eficiente para el control de enfermedades de las plantas es el uso de productos naturales derivados de plantas, tales como extractos acuosos, etanólicos, acetónicos y aceites esenciales (Gamboa, Hernández, Guerrero, Sánchez & Lira, 2003; López, López, Vázquez, Rodríguez, Mendoza & Padrón, 2005; Guerrero, Solís, Hernández, Flores, Sandoval & Jasso, 2007), los cuales han mostrado ser métodos de control factibles contra hongos fitopatógenos. Además, resultan ser amigables con el ambiente, debido a que sus residuos son

fáciles de degradar, se pueden utilizar en el control de patógenos de productos agrícolas en poscosecha, y permiten la obtención de productos agrícolas con calidad para la exportación (Guerrero *et al.*, 2007). Por tanto, surge la necesidad de buscar métodos alternativos para el control de fitopatógenos que afectan tanto a los cultivos, granos o cereales para la alimentación humana sin la necesidad de que se presenten problemas de intoxicación, y que éstos sean amigables con el medio ambiente y de bajo coste. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de extractos acuosos de hojas de gobernadora (*Larrea tridentata*), hojaseñ (*Flourensia cernua*) y encino (*Quercus pungens*), sobre el crecimiento del micelio de cinco hongos fitopatógenos (*Phytophthora capsici*, *Botrytis* sp., *Alternaria solani*, *Aspergillus flavus* y *Rhizopus* sp.) en condiciones *in vitro*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreo y colecta vegetal

Se realizó un estudio entre los meses de septiembre de 2013 hasta finalizar la primavera de 2014, realizando un total de seis colectas (dos en otoño, dos en invierno y dos en primavera) de ramas de las tres especies en estudio (*L. tridentata*, *F. cernua* y *Q. pungens*). De cada colecta se tomaron 10 muestras, una muestra por individuo de 500 g de hojas frescas de cada especie vegetal. Los muestreos se realizaron en la Sierra El Presidio, municipio de Juárez, Chihuahua, México. Posterior a la colecta, las ramas fueron envueltas en papel periódico para su traslado al Laboratorio de Microbiología Bucal de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. En el laboratorio, hojas de las diferentes especies se desprendieron de las ramas y se dejaron secar a temperatura ambiente por un periodo de cinco días sobre papel de periódico.

Origen y mantenimiento de las especies de hongos

Las especies *A. solani* y *A. flavus* se adquirieron del cepario del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional de la unidad de Irapuato, Guanajuato, México. La cepa de *P. capsici* fue donada del cepario particular del Dr. Pedro Osuna de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Las especies de *Rhizopus* sp. y *Botrytis* sp. se aislaron de frutos de papa y se identificaron de acuerdo con las claves taxonómicas de Barnett (1969).

Todas las especies se preservaron según lo indica López *et al.* (2005) para que éstas no perdieran su patogenicidad. Las cepas fúngicas se mantuvieron en medio de papa dextrosa agar (PDA).

Elaboración de extractos acuosos

Las hojas secas se sumergieron en una solución de hipoclorito al 2% (v/v) por dos minutos para eliminar algunos contaminantes como tierra, bacterias y polvo. Después se enjuagaron en agua destilada dos veces para eliminar el cloro residual. Para realizar los extractos, las hojas secas de cada especie se pesaron para obtener las concentraciones de 10% y 20% (p/v) y se colocaron en un vaso de precipitado. Posteriormente, se agregó 400 ml de agua destilada y se dejaron reposar por 3 h. Una vez obtenido el extracto, se filtró el contenido usando un filtro Watman # 3. A los extractos se les agregó el peso (peso o volumen) necesario de PDA para obtener un extracto denominado extracto-PDA. Los extractos-PDA se esterilizaron durante 15 min a una temperatura de 125 °C en autoclave (Felisia modelo Fe-369). Una vez esterilizados los medios de cultivo extractos-PDA se vació aproximadamente 15 ml de medio extracto-PDA en cajas de Petri. Una vez que se prepararon los medios de cultivo extracto-PDA se procedió a inocular cada una de las tres réplicas preparadas para cada uno de los extractos con aproximadamente 5 mm de cultivo de PDA, el cual contenía micelio de los cinco hongos fitopatógenos mencionados anteriormente.

Tratamiento y actividad fungicida

El experimento se realizó bajo un diseño completamente al azar. Las cajas Petri, previamente inoculadas, se incubaron en una cámara de crecimiento (CONVIRON Model I-18L, Winnipeg, Canada) a una temperatura de 25 °C ± 1 °C. El crecimiento del micelio de cada uno de los hongos fitopatógenos se registró a cuatro tiempos diferentes (24 h, 48 h, 72 h y 96 h). Los valores del crecimiento del micelio se usaron para calcular el porcentaje de inhibición del crecimiento del micelio, el cual fue medido como el porcentaje de inhibición del crecimiento radial del micelio de las especies de los hongos crecido en placas con medio de cultivo-PDA con extractos vegetales con respecto al control crecido en placas con medio de cultivo-PDA sin extractos vegetales. El porcentaje de inhibición del crecimiento del micelio se calculó mediante la fórmula:

$$\% \text{ I.C.M.} = \left(\frac{D_c - D_t}{D_c} \right) \times 100 \quad (1)$$

Donde:

% I.C.M. = es el porcentaje de inhibición del crecimiento del micelio.

D_c = es el diámetro del crecimiento del micelio en la caja de Petri correspondiente al control.

D_t = es el diámetro del crecimiento del micelio en la caja de Petri correspondiente al tratamiento.

Análisis estadístico

Los datos del porcentaje de inhibición del crecimiento micelial se evaluaron a través de un análisis de varianza (ANOVA), usando para ello el programa estadístico SPSS (versión 15.0). Posteriormente se aplicó una prueba de medias Duncan.

RESULTADOS

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de los extractos acuosos de hojas de gobernadora (*L. tridentata*), hojasesn (*F. cernua*) y encino (*Q. pungens*), sobre el crecimiento del micelio de cinco hongos fitopatógenos. En esta dirección, el crecimiento del micelio se registró a cuatro tiempos diferentes (24 h, 48 h, 72 h y 96 h) y a dos concentraciones distintas (10% y 20%). Los datos obtenidos se usaron para calcular el porcentaje de inhibición del crecimiento de las cepas con el objetivo de determinar cuál de los extractos acuosos ejercía un mayor efecto sobre los diferentes hongos fitopatógenos. Los valores del porcentaje de inhibición del crecimiento del micelio se evaluaron a través de un análisis de varianzas (ANOVA). Los resultados mostraron que a las 24 h de incubación el porcentaje de inhibición de los tres extractos acuosos en las dos concentraciones evaluadas no mostraron diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) sobre el crecimiento del micelio de *A. solani*, *Botrytis* sp., *P. capsici*, *A. flavus* y *Rhizopus* sp., esto debido principalmente a que no se observó crecimiento durante este tiempo de incubación.

Al evaluar el porcentaje de inhibición del crecimiento del micelio a las 48 h de incubación, el extracto acuoso de *F. cernua* obtuvo una mejor inhibición para la cepa de *A. solani* en las dos concentraciones evaluadas, mientras que a la concentración del 10% el extracto de *Q. pungens* aumentó el crecimiento de la

cepa más que su control (tabla 1). Asimismo, el extracto de *F. cernua* presentó el mayor porcentaje de inhibición para la cepa de *Botrytis* sp. en las dos concentraciones evaluadas (tabla 1), sin embargo, el extracto de *L. tridentata* permitió el crecimiento de la cepa más que su control a la concentración del 10%, mientras que a la concentración del 20% el extracto de *Q. pungens* presentó un menor porcentaje de inhibición del crecimiento del micelio (tabla 1). Cuando se evaluaron los porcentajes de inhibición de los tres extractos acuosos sobre las cepas de *P. capsici* y *A. flavus* se observó que los tres extractos inhibieron al 100% a estas cepas en las dos concentraciones evaluadas (tabla 1). El extracto acuoso de *L. tridentata* y *F. cernua* mostraron los mayores porcentajes de inhibición para la cepa de *Rhizopus* sp. en ambas concentraciones evaluadas, mientras que los extractos acuosos de *Q. pungens* presentaron los menores porcentajes de inhibición del crecimiento del micelio para dicha cepa (tabla 1).

Al evaluar porcentaje de inhibición del crecimiento del micelio a las 72 h de incubación se observó que el extracto de *F. cernua* mostró el mayor porcentaje de

inhibición del crecimiento del micelio de la cepa *A. solani* a la concentración del 10%, sin embargo, el extracto acuoso de *L. tridentata* aumentó el crecimiento del micelio de dicha cepa a esta misma concentración (tabla 2). A la concentración del 20% se observó que el extracto acuoso de *L. tridentata* presentó el mayor porcentaje de inhibición del crecimiento del micelio para la cepa *A. solani*. En contraparte, el extracto de *Q. pungens* presentó el menor porcentaje de inhibición (tabla 2). Cuando se evaluó el porcentaje de inhibición de los extractos acuosos sobre la cepa de *Botrytis* sp. se observó que el extracto de *F. cernua* presentó los mayores porcentajes de inhibición en las dos concentraciones evaluadas (tabla 2). Asimismo, el extracto de *L. tridentata* mostró el menor porcentaje de inhibición del crecimiento del micelio de *Botrytis* sp. a la concentración del 10% y *Q. pungens* a la concentración del 20%. Cuando se evaluaron los porcentajes de inhibición de los tres extractos acuosos sobre las cepas de *P. capsici* y *A. flavus* se observó que los tres extractos inhibieron al 100% a estas cepas en las dos concentraciones evaluadas (tabla 2).

Tabla 1.

Porcentaje de inhibición de tres extractos acuosos a las concentraciones de 10% y 20%, sobre el crecimiento del micelio de *A. solani*, *Botrytis* sp., *P. capsici*, *A. flavus* y *Rhizopus* sp., después de un periodo de incubación de 48 h. Las diferentes letras dentro de la columna indican diferencias estadísticas significativas a $p < 0.05$.

Extracto	<i>A. solani</i>		<i>Botrytis</i> sp.		<i>P. capsici</i>		<i>A. flavus</i>		<i>Rhizopus</i> sp.	
	10%	20%	10%	20%	10%	20%	10%	20%	10%	20%
<i>L. tridentata</i>	8.4±11.41 ^c	3.83±6.63 ^a	-7.33±6.48 ^a	42.33±7.82 ^b	100±0.00 ^b	100±0.00 ^b	100±0.00 ^b	100±0.00 ^b	53.9±9.90 ^c	60.30±4.91 ^c
<i>Q. pungens</i>	-8.13±8.35 ^a	7.76±13.44 ^a	27.73±4.76 ^c	6.20±8.78 ^a	100±0.00 ^b	100±0.00 ^b	100±0.00 ^b	100±0.00 ^b	35.66±4.24 ^b	44.76±4.80 ^b
<i>F. cernua</i>	100±0.00 ^d	100±0.00 ^c	100±0.00 ^d	69.96±27.08 ^c	100±0.00 ^b	100±0.00 ^b	100±0.00 ^b	100±0.00 ^b	53.5±3.45 ^c	55.76±1.15 ^c
Control	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2.

Porcentaje de inhibición de tres extractos acuosos en concentraciones de 10% y 20%, sobre el crecimiento del micelio de *A. solani*, *Botrytis* sp., *P. capsici*, *A. flavus* y *Rhizopus* sp., después de un periodo de incubación de 72 h. Las diferentes letras dentro de la columna indican diferencias estadísticas significativas a $p < 0.05$.

Extracto	<i>A. solani</i>		<i>Botrytis</i> sp.		<i>P. capsici</i>		<i>A. flavus</i>		<i>Rhizopus</i> sp.	
	10%	20%	10%	20%	10%	20%	10%	20%	10%	20%
<i>L. tridentata</i>	-17.33±2.63 ^a	19.46±8.08 ^c	0.33±2.31 ^a	40.43±2.37 ^c	100±0.00 ^b	100±0.00 ^b	100±0.00 ^c	100±0.00 ^b	59.33±3.45 ^c	18.03±4.10 ^b
<i>Q. pungens</i>	14.93±8.60 ^c	9.76±8.92 ^b	35.26±4.44 ^b	10.60±1.96 ^b	100±0.00 ^b	100±0.00 ^b	58.4±4.66 ^b	100±0.00 ^b	37.00±3.96 ^b	44.96±2.19 ^c
<i>F. cernua</i>	23.0±25.42 ^d	16.86±4.42 ^c	62.10±8.75 ^c	63.70±2.61 ^d	100±0.00 ^b	100±0.00 ^b	100±0.00 ^c	100±0.00 ^b	58.43±1.91 ^c	63.43±1.36 ^d
Control	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a

Fuente: Elaboración propia.

El extracto de *L. tridentata* mostró el mayor porcentaje de inhibición del crecimiento del micelio de *Rhizopus* sp. a las concentraciones del 10%. Contrariamente, este mismo extracto presentó el menor porcentaje de inhibición a la concentración del 20% (tabla 2).

Al evaluar el porcentaje del crecimiento del micelio a las 96 h de incubación, el extracto de *Q. pungens* al 10% obtuvo una mejor inhibición para la cepa *A. solani*, mientras que el extracto de *L. tridentata* fue el que presentó una menor inhibición (tabla 3). A la concentración del 20%, el extracto de *L. tridentata* presentó una mayor inhibición y el extracto de *F. cernua* la menor inhibición del crecimiento del micelio (tabla 3). El extracto de *F. cernua* presentó el mayor porcentaje de inhibición para la cepa de *Botrytis* sp. Sin embargo, el extracto de *L. tridentata* presentó la menor inhibición de la cepa a la concentración del 10%, mientras que a la concentración del 20% el extracto de *Q. pungens*

presentó una menor inhibición del crecimiento del micelio. En el presente estudio todos los extractos a las dos concentraciones evaluadas inhibieron al 100% a la cepa de *P. capsici* (tabla 3). Los extractos de *L. tridentata* y *F. cernua* mostraron los mayores porcentajes de inhibición del crecimiento del micelio para la cepa de *A. flavus* en ambas concentraciones, mientras que el extracto de *Q. pungens* presentó los menores porcentajes de inhibición (tabla 3). El extracto de *F. cernua* mostró el mayor porcentaje de inhibición del crecimiento del micelio de *Rhizopus* sp. en ambas concentraciones, contrariamente el extracto de *Q. pungens* que presentó el menor porcentaje de inhibición a la concentración del 20% (tabla 3).

En la figura 1 y 2 se muestran los efectos de los extractos sobre *P. capsici*, *A. solani* y *Botrytis* sp. a las dos concentraciones evaluadas en el presente estudio.

Tabla 3.

Porcentaje de inhibición de tres extractos acuosos en concentraciones de 10% y 20%, sobre el crecimiento del micelio de *A. solani*, *Botrytis* sp., *P. capsici*, *A. flavus* y *Rhizopus* spp., después de un periodo de incubación de 96 h. Las diferentes letras dentro de la columna indican diferencias estadísticas significativas a $p < 0.05$.

Extracto	<i>A. solani</i>		<i>Botrytis</i> sp.		<i>P. capsici</i>		<i>A. flavus</i>		<i>Rhizopus</i> sp.	
	10%	20%	10%	20%	10%	20%	10%	20%	10%	20%
<i>L. tridentata</i>	-2.53±13.22 ^a	21.46±11.17 ^a	0.00±0.00 ^a	19.33±2.37 ^b	100±0.00 ^b	100±0.00 ^b	100±0.00 ^c	100±0.00 ^c	63.13±7.12 ^c	66.5±8.90 ^c
<i>Q. pungens</i>	30.93±8.06 ^d	06.70±02.44 ^e	51.16±2.95 ^b	16.86±8.78 ^b	100±0.00 ^b	100±0.00 ^b	40.36±9.75 ^b	39.16±3.05 ^b	39.00±7.11 ^b	41.8±6.53 ^b
<i>F. cernua</i>	20.10±7.41 ^c	-9.66±6.09 ^a	72.33±3.28 ^c	69.4±1.58 ^c	100±0.00 ^b	100±0.00 ^b	100±0.00 ^c	100±0.00 ^c	66.83±2.98 ^c	68.93±1.55 ^c
Control	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a	0.00±0.00 ^a

Fuente: Elaboración propia.

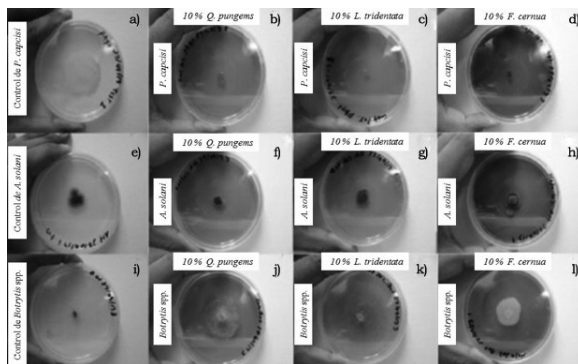


Figura 1. Efecto de los extractos en los hongos fitopatógenos a una concentración de 10%. a) Control de *P. capsici*, b) *P. capsici* en extracto de *Q. pungens*, c) *P. capsici* en extracto de *L. tridentata*, d) *P. capsici* en extracto de *F. cernua*, e) control de *A. solani*, f) *A. solani* en extracto de *Q. pungens*, g) *A. solani* en extracto de *L. tridentata*, h) *A. solani* en extracto de *F. cernua*, i) control de *Botrytis* sp., j) *Botrytis* sp. en extracto de *Q. pungens*, k) *Botrytis* sp. en extracto *L. tridentata*, l) *Botrytis* sp. en extracto de *F. cernua*.

Fuente: Elaboración propia.

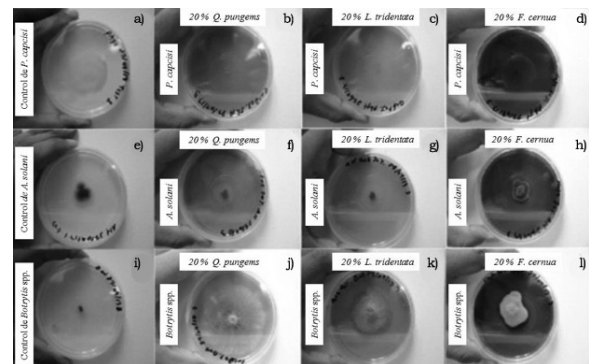


Figura 2. Efecto de los extractos en los hongos fitopatógenos a una concentración de 20%. a) Control de *P. capsici*, b) *P. capsici* en extracto de *Q. pungens*, c) *P. capsici* en extracto de *L. tridentata*, d) *P. capsici* en extracto de *F. cernua*, e) control de *A. solani*, f) *A. solani* en extracto de *Q. pungens*, g) *A. solani* en extracto de *L. tridentata*, h) *A. solani* en extracto de *F. cernua*, i) control de *Botrytis* sp., j) *Botrytis* sp., en extracto de *Q. pungens*, k) *Botrytis* sp. en extracto *L. tridentata*, l) *Botrytis* sp., en extracto de *F. cernua*.

Fuente: Elaboración propia.

DISCUSIÓN

El control de las enfermedades producidas por los hongos fitopatógenos se ha llevado a cabo principalmente con pesticidas sintéticos. Sin embargo, un gran número de pequeños agricultores no tienen el acceso a este tipo de productos. Además se ha reportado que este tipo de productos ha generado problemas de salud y daños ecológicos causados por un uso inadecuado y por una sobreexplotación de estos compuestos. Esto ha ocasionado un gran desafío para buscar productos más amigables con el medio ambiente. Los valores medios del crecimiento radial de los cinco hongos fitopatógenos crecidos en medios de cultivo con diferentes extractos vegetales en las distintas concentraciones reflejan que los elementos anti-fúngicos acuosos de hojas de estas plantas pueden ayudar a controlar las enfermedades que provocan estos hongos en las plantas, granos o cereales. Los principios activos anti-fúngicos solubles en agua son los responsables de la actividad anti-fúngica. Las plantas usadas en este estudio se encuentran distribuidas ampliamente en todo el desierto chihuahuense, a excepción de *Q. pungens*, por lo que pueden estar disponibles ampliamente en cualquier época del año. Además, el método de extracción es muy fácil lo cual puede ser explotado en el control de los hongos en condiciones *in vivo*. El extracto vegetal más eficiente para controlar a los cinco hongos fitopatógenos fue el de *F. cernua*, ya que presentó un alto porcentaje de inhibición del crecimiento del micelio comparado con los otros extractos elaborados con *Q. pugens* y *L. tridentata*. López *et al.* (2005) realizó un estudio sobre extractos acuosos de hojasesen y gobernadora, mostrando que los hongos fueron inhibidos en mayor porcentaje por los extractos de la gobernadora (entre 90% y 100%) que los del hojasesen (entre 40% y 50%). Estos resultados son contradictorios a los observados en el presente estudio, donde el hojasesen fue el extracto que presentó el mayor porcentaje de inhibición (68% en todos los hongos), mientras que los extractos de la gobernadora presentaron tan sólo 58.8%. Lira-Saldívar, Balvantín-García, Hernández-Castillo, Gamboa-Alvarado, Jasso-De Rodríguez & Jiménez-Díaz (2003) observaron que los diferentes extractos de gobernadora son eficientes para contrarrestar hongos fitopatógenos. Velázquez, Baños, Hernández, Guerra & Amora (2008) indicaron que una estrategia para el control de *Rhizopus* sp. es la utilización de los extractos acuosos de algunas plantas, como se ha observado en el presente estudio. Los tratamientos son efectivos contra este hongo, pues inhiben su desarrollo un 49.5%. Gamboa *et al.* (2003) utilizaron la planta de hojasesen para elaborar extractos metanólicos contra

la cepa de *Rhizocthonía* sp., logrando resultados sobresalientes contra este fitopatógeno. En el presente estudio se ha demostrado que los extractos de esta planta presentaron los menores crecimientos de los hongos evaluados. Otros autores han reportado muy buenos resultados en el control de *Rhizopus stolonifer*, *A. flavus* y *A. niger* con extractos acuosos de *Azadirachta indica* (Singh, Prasad & Sinha, 1993).

En la actualidad, en México, al igual que en el resto del mundo, la enfermedad de las plantas conocida como *marchitez del chile*, producida por *P. capsici*, es un grave problema para los productores de esta hortalizas (Lamour, Stam, Jupe, Huitema, 2012). Se ha reportado que en el año 2011 se registró en México una producción de dos millones de toneladas de chile, lo cual representa alrededor de 13 224 millones de pesos (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [Sagarpa], 2014), reflejando la importancia económica que tiene este fitopatógeno, ya que es difícil controlar debido a que puede causar múltiples síndromes al infectar raíces, follaje y frutos del cultivo de chile (Oelke, Bosland & Steiner, 2003). El método de rotación de cultivo no ha sido efectivo, pues sus oosporas tienen resistencia a la desecación, a las bajas temperaturas, a la capacidad de sobrevivir en el suelo aun sin haber plantas hospederas, así como otras condiciones desfavorables. Otro aspecto que ha sido de poca ayuda es el uso de químicos en los cultivos de chile, ya que se ha reportado resistencia o tolerancia de *P. capsici* a gran cantidad de fungicidas, tanto en laboratorio como en campo. En el presente estudio, el fitopatógeno más afectado por los tres tipos de extractos fue *P. capsici*, en tanto no presentó crecimiento con ningún tratamiento y sólo creció sin restricción en el control sin extractos vegetales.

CONCLUSIONES

El extracto más eficiente para controlar los cinco tipos de fitopatógenos fue el de *F. cernua*, ya que presentó un alto porcentaje de inhibición en comparación con los extractos elaborados con *Q. pugens* y *L. tridentata*. En cuanto al uso de las dos concentraciones distintas, no existe una diferencia significativa entre ambos usos, por lo que se puede utilizar la concentración de 10% o 20% indiferentemente. El fitopatógeno más afectado por los tres tipos de extractos fue *P. capsici*, pues no presentó crecimiento en los tratamientos, sólo en el control donde se observó que crecía sin restricción alguna, por lo tanto, para combatir este fitopatógeno es necesario evaluar en estos tres extractos en condiciones *in vivo*.

AGRADECIMIENTOS

Se extiende un agradecimiento al Departamento de Ciencias Químico-Biológicas de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, por el apoyo a este proyecto interno registrado.

REFERENCIAS

- Agrios, N. G. (2005). *Plant pathology* (5 Ed.). San Diego, CA: Elsevier Inc.
- Angulo, E. M., Armenta, R. E., García, E. R., Carrillo, F. J., Salazar, V. E. & Valdez, T. J. (2009). Extractos de semilla *Swietenia humilis* Zucc. con actividad antifúngica en *Rhizopus stolonifer* (Ehnerb.fr.) vuill. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 27(2), 84-92.
- Barnett, H. L. (1969). *Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Department of Plant Pathology, Bacteriology and Entomology*. USA: West Virginia University. Morgantown, West Virginia. Minneapolis, Minnesota; Burgess Publishing Company.
- Domijan, A., Feraica, M., Jurjevic, Z., Ivil, D. & Cvjetkovic, B. (2005). Fumonisin B1, fumonisin B2, Zearalenone and ochratoxin A contamination of maize in Croatia. *Food Additives and Contaminants* 22(7), 677-680.
- Galvano, F., Piva, A., Ritieni, A. & Galvano, G. (2001). Dietary Strategies to counteract the effect of mycotoxins. A review. *Journal of Food Protection*, 64(1), 120-131.
- Gamboa, A. R., Hernández, C. F., Guerrero, R. E., Sánchez, A. A. & Lira, S. R. (2003). Inhibición del crecimiento micelial de *Rhizoctonia solani* Kühn y *Phytophthora infestans* mont (De Bary) con extractos vegetales metanólicos de hojases (*Flourensia cernua* D.C.). *Revista Mexicana de Fitopatología*, 21(001), 13-18.
- Griffin, G. F. & Chu, F. S. (1983). Toxicity of the *Alternaria* metabolites alternariol, alternariol methyl ether, altenuene, and tenuazonic acid in the chicken embryo assay. *Applied and Environmental Microbiology*, 46(6), 1420-1422.
- Guerrero, R. E., Solís, G. S., Hernández, C. F., Flores, O. A., Sandoval, L. V. & Jasso, C. D. (2007). Actividad biológica *in vitro* de extractos de *Flourensia cernua* D. C. en patógenos de postcosecha: *Alternaria alternata* (FR.:FR) keissl. *Colletotrichum gloeosporioides*. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 25(001), 48-53.
- Koirala, P., Kumar, S., Yadar, B. K. & Premarajan, K. C. (2005). Occurrence of Aflatoxin in some of the food and feed in Nepal. *Indian Journal of Medical Sciences*, 59(8), 331-336.
- Lamour, K. H., Stam, R., Jupe, J., Huitema E. (2012). The oomycete broad-host-range pathogen *Phytophthora capsici*. *Molecular Plant Pathology* 13(4), 329-337
- Lira-Saldivar, R. H., Balvanti-García, G. F., Hernández-Castillo, F. D., Gamboa-Alvarado, R., Jasso-De Rodríguez, D. & Jiménez-Díaz, H. (2003). Evaluation of resin content and the antifungal effect of *Larrea tridentata* (SESEE and MOC. Ex D.C.) Coville extracts from two mexican deserts against *Phytium* sp. Pringsh. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 21(2), 97-101.
- Lopes, M. C. & Martins, V. C. (2008). Fungal plant pathogens in Portugal: *Alternaria dauci*. *Revista Iberoamericana de Micología*, 25, 254-256.
- López, B. A., López, B. S., Vázquez, B. M., Rodríguez, H. S., Mendoza, E. M. & Padrón, C. E. (2005). Inhibición del crecimiento micelial de *Fusarium oxysporum* schlehtend. F. SO. *lycopersici* (Sacc.) Snyder y Hasen, *Rhizoctonia solani* Kühn y *Verticillium dahliae* Kleb. mediante extractos vegetales acuosos. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 23(002), 183-190.
- Oelke, L., Bosland, P. & Steiner R. (2003). Differentiation of race specific resistance to Phytophthora Root Rot and Foliar Blight in *Capsicum annum*. *Journal American Soc Horticultura Science*, 128(2), 213-218.
- Pose, G., Ludemann, V., Segura, J. & Fernández, P. V. (2004). Mycotoxin production by *Alternaria* strains isolated from tomatoes affected by Blackmold in Argentina. *Mycotoxin Research*, 20, 80-86.
- Rocha, O., Ansari, K. & Doohan, F. M. (2005). Effect of trichothecene mycotoxins on eukaryotic cells: A review. *Food Additives and Contaminants*, 22(4), 369-378.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa) (2014). *Suman esfuerzos para proteger la producción nacional de chile*. *Noticias*. Recuperado el 27 de Mayo del 2014 de <http://sagarpa.gob.mx/saladeprensa/2012/Paginas/2014B322.aspx>.
- Singh, H. N. P., Prasad, M. M. & Sinha, K. K (1993). Efficacy of leaf extracts of some medicinal plants against disease development in banana. *Apply Microbiology*, 17(6), 269-271.
- Van West, P., Appiah, A. A. & Gow, N. A. R. (2003). Advances in research on oomycete root pathogens. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 62(2), 99-113.
- Velázquez, D. V., Baños, B. S., Hernández, L. A., Guerra, S. M. & Amora, L. E. (2008). Estrategias de control de *Rhizopus stolonifer* Ehnerb. (Ex Fr.) lind, agente causal de pudriciones postcosecha en productos agrícolas. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 26(001), 49-55.