

Efecto Inhibitorio de Extractos Vegetales Acuosaos sobre *Rhizoctonia solani* Kühn *in Vitro*

Alfonso López-Benítez^{1*}, Francisco Javier Almanza-Pecina¹, Francisco Daniel Hernández-Castillo², y Mariano Mendoza-Elos³.

¹Departamento de Fitomejoramiento, ²Egresado de Maestría en Fitomejoramiento, ³Departamento de Parasitología. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. ⁴Instituto Tecnológico de Roque, Celaya, Gto. Km.8 Carretera Celaya-Juventino Rosas, Apartado Postal 508, CP 38110. Tel.01 (461) 6 11 59 03. *Autor responsable, e-mail: alobe42@hotmail.com

² Recibido: Mayo, 2004. Aceptado: Agosto, 2006.

Abstract. *Inhibitory effect of aqueous plant extracts on Rhizoctonia solani Kühn in vitro.* Aqueous plant extracts from garlic (*Allium sativum* L.), creosote bush (*Larrea tridentata* (Sessé & Moc. Ex DC) Coville), mexican tea (*Chenopodium ambrosioides* L.), tree tobacco (*Nicotiana glauca* Graham), white onion (*Allium cepa* L.), coriander (*Coriandrum sativum* L.), lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr) and red onion (*Allium cepa* L.) were evaluated *in vitro* *Rhizoctonia solani* Kühn for mycelium growth inhibition. All extracts inhibited the fungus mycelium growth and showed an increased effect as concentration increased in both 48 and 96 h of incubation periods. Tiabendazol fungicide, used as control, fully inhibited the mycelium growth, while potato-dextrose-agar (PDA) allowed it with no contrary effects at all. The fungus growth, in all tests, was also equilly fully inhibited in both, garlic extract, and tiabendazol fungicide. Lechuguilla extract, with a stable inhibition range percentage from 67 to 75.7 % was lower statistically to garlic extract, but higher to other extracts. Tree tobacco extract at 5 % (w/v) concentration showed a low fungus inhibition in the two incubation periods, however at 10 % concentration, and 96 h incubation period showed a remarkable mycelium growth promoting effect. Red onion extract at 5 % concentration also showed a mycelium growth promoting effect.

Key words: Bioassays, mycelium growth, plant disease control, organic agriculture

Resumen. Se evaluó el efecto inhibitorio de extractos acuosaos de ajo (*Allium sativum* L.), gobernadora (*Larrea tridentata* (Sessé & Moc. Ex DC) Coville), epazote (*Chenopodium ambrosioides* L.), gigante (*Nicotiana glauca* Graham), cebolla blanca (*Allium cepa* L.), cilantro (*Coriandrum sativum* L.), lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr) y cebolla morada (*Allium cepa* L.) sobre el crecimiento radial del micelio de *Rhizoctonia solani* Kühn *in vitro*. Todos los extractos inhibieron el crecimiento del micelio de *R. solani* observándose incrementos al aumentar la concentración de extractos en los dos periodos de incubación. El fungicida tiabendazol utilizado como testigo lo inhibió por completo, en tanto que en el medio de cultivo papa-dextrosa-agar (PDA) creció sin ningún efecto antagónico. El extracto de ajo, al igual que el tiabendazol, inhibió por completo el crecimiento del hongo en todas las pruebas. El extracto de lechuguilla, con un porcentaje de inhibición que varió de 67 a 75.7 %, fue significativamente inferior al extracto de ajo, pero superior al resto de los otros extractos. El extracto de gigante mostró una baja inhibición del hongo en la concentración de 5 % (p/v) en los dos periodos de incubación, sin embargo, en la concentración del 10 % y 96 h de incubación mostró un efecto promotor del crecimiento del micelio. El extracto de cebolla morada a la concentración de 5 % y durante 48 h, también mostró un efecto promotor del crecimiento del hongo.

Palabras clave: Bioensayos, crecimiento de micelio, control de enfermedades en plantas, agricultura orgánica

Introducción

La producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es afectada por factores biológicos (enfermedades, insectos, malezas), edáficos (baja fertilidad, etc.) y climáticos (sequía, altas y bajas temperaturas). Sin embargo, uno de los principales factores que ocasiona bajos rendimientos, y en ocasiones pérdida total de la cosecha, es la alta incidencia de enfermedades. Los fitopatógenos del suelo son de los principales factores limitantes de la producción de frijol en México (Salazar *et al.*, 1990). La pudrición de la raíz causada por el hongo de *Rhizoctonia solani* Kühn, es una de las más importantes enfermedad de este cultivo que se encuentra diseminada en todo el mundo. El control químico en la actualidad presenta serios problemas por los residuos tóxicos que se acumulan, además de la aparición de razas resistentes. Por tal motivo es de gran importancia encontrar sustancias inocuas, o muy poco tóxicas para la salud humana, para animales, así como para el medio ambiente (Apodaca y Gerardo, 1993). Una alternativa es considerar la utilización de extractos vegetales de plantas de la localidad que tengan propiedades fungicidas, nematocidas, antivirales, etc., contra los diferentes patógenos que atacan a las plantas, y que sean de bajo costo para los agricultores. En México se ha investigado la importancia de extractos y residuos vegetales, para reducir los daños que causan algunos fitopatógenos (García-Montes, 1992; Zavaleta-Mejía *et al.*, 1992; Montes-Sandoval, 1990; Montes-Martínez, 1992). Los extractos vegetales pueden jugar un papel muy importante en un sistema integrado o ecológico para el control de plagas y enfermedades en un contexto de producción orgánica, pero también puede ser un suplemento importante para la agricultura convencional.

Los fungicidas sintéticos actuales han inducido el desarrollo de resistencia en poblaciones de hongos fitopatógenos, son biocidas de amplio espectro y causan deterioro ambiental durante su uso y producción. Las plantas son una fuente potencial de productos químicos naturales con acción fungicida que pudieran explotarse ventajosamente en el futuro (Campos *et al.*, 1994), ya que los resultados de investigaciones en este sentido muestran la factibilidad de usar estos extractos en sustitución de fungicidas sintéticos comerciales y evitar la contaminación ambiental (Montes *et al.*, 1990), así como del suelo y del manto freático (Tun *et al.*, 1997).

Los extractos de abrojo (*Tribulus cistoides* L.) al 5 % controlaron la cenicienta y la antracosis en plantas de frijol, mientras que el tulipán de la india (*Spathodea campanulata* Beauv.) controló la roya (Montes *et al.*, 1989). En evaluaciones de extractos metanólicos y hexánicos de encino (*Quercus grisea* Liebm), pingüica

(*Arctostaphylos pungens* Kunth) y geranio (*Pelargonium* L'Hér. ex Ait.), los extractos de *Quercus* redujeron más el crecimiento de *R. solani*, pero el crecimiento del hongo no fue reducido más del 53 % por ninguna de las concentraciones de extractos utilizadas con respecto al testigo absoluto, (Campos *et al.*, 1994). En la actualidad, se ha formulado y se recomienda un extracto de semillas de toronja para *Botrytis cinerea*, *Fusarium oxysporum*, y *Erwinia carotovora* en vid y frambuesa (Montes, 1996). Vargas *et al.* (1997) observaron, una reducción del crecimiento micelial de *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus* con extractos de *Larrea tridentata* (Sessé & Moc. ex DC) Coville, y de la actividad antiaflatoxigénica con extractos de *Chenopodium ambrosioides* L. La germinación de esporas y desarrollo del micelio de *A. flavus* fue marcadamente afectada por polvos y extractos acuosos y hexánicos de gobernadora (*Larrea tridentata* (Sessé & Moc. ex DC) Coville), pimienta gorda (*Pimenta dioica* (L.) Merr.), y clavo (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry), el extracto acuoso de café (*Coffea arabica* L.) no permitió el desarrollo del hongo, (Montes *et al.*, 1997).

Para el control de la cenicienta (*Eryziphe cicorecearum*) en calabacita italiana (*Cucurbita pepo* L.), se evaluaron en invernadero extractos acuosos de Batazote (*Baccharis salicifolia* (Ruiz & Pavón) Pers.), Clalancote (*Cucurbita radicans*), Mimosa (*Acacia farnesiana* (L.) Willd.), Wareke (*Maximowiczia sonorae*) y Zumaque (*Rhus molis*) resultando los mejores *Baccharis salicifolia* (Ruiz & Pavón) Pers., *Cucurbita radicans* y *Acacia farnesiana* (Javalera-Campos, 1997) En el control del "chino del tomate" causada por un geminivirus y transmitida por la mosca blanca en condiciones de campo, se evaluaron extractos acuosos de *Raphanus raphanistrum* L., *Argemone mexicana*, *Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnston, *Ambrosia artemisifolia*, *Ficus involuta* y *Marrubium vulgare* L. El insecticida endosulfán utilizado como testigo, redujo la enfermedad en un 54 % y solo *Raphanus raphanistrum* L, la redujo en un 29 % respecto al testigo (Montes *et al.*, 1995). Los grupos químicos responsables de la actividad fungicida de algunos extractos vegetales fueron con mayor frecuencia glicósidos, saponinas y taninos y los vegetales que presentaron mayor cantidad de grupos químicos con posible acción fungicida fueron *Tribulus cistoides* L., *Chenopodium album* L. y *Acacia farnesiana* L., (Cruz-Montes 1992). Además de los grupos químicos ya señalados, Cruz, (1993) menciona que también algunos aceites esenciales, alcaloides y sulfuros tienen efectos fungicidas e insecticidas.

Este estudio se planteó con el objetivo de evaluar el efecto inhibitorio de los extractos acuosos de ocho especies

de plantas, en el desarrollo radial del micelio de *R. solani*, en medio de cultivo PDA.

Materiales y Métodos

El trabajo se llevó a cabo en un laboratorio de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, (UAAAN) en Saltillo, Coah., México. Localizada a los 25° 23' de Latitud Norte, a los 101° 00' de Longitud Oeste y a una altura de 1742 m.

Material biológico

Las especies de plantas utilizadas para la elaboración de los extractos fueron ajo (*Allium sativum* L.), gobernadora (*Larrea tridentata* (Sessé & Moc. ex DC) Coville), epazote (*Chenopodium ambrosioides* L.), gigante (*Nicotiana glauca* Graham), cebolla blanca (*Allium cepa* L.), cilantro (*Coriandrum sativum* L.), lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr) y cebolla morada (*Allium cepa* L.) y se determinaron por su efecto sobre *R. solani* en base a antecedentes bibliográficos (López *et al.*, 2005; Marcos-Cruz 1996; Almanza-Pecina 2004). Como testigos se utilizaron el fungicida tiabendazol (Tecto 60®) en dosis de 600 µg ml⁻¹, su espectro de actividad fungicida indica que es efectivo tanto en pruebas *in vitro* como *in vivo* contra un amplio número de fitopatógenos entre los que señala a *R. solani* (Merk Sharp y Dohme Internacional, 1983). El testigo absoluto consistió solo del medio de cultivo papa-dextrosa-Agar (PDA) sin ningún extracto ni fungicida.

La cepa de *R. solani* fue proporcionada por el departamento de Parasitología Agrícola de esta Universidad. Previamente a su utilización, el hongo se incrementó sembrándolo en cajas de Petri conteniendo el medio de cultivo PDA a una temperatura de 28 ± 2 °C durante ocho días.

Preparación de extractos vegetales

Las plantas de las especies utilizadas (Cuadro 1), fueron obtenidas de colectas de poblaciones silvestres que crecen en los alrededores de la UAAAN (governadora, gigante, y lechuguilla) y de compras en los mercados de la localidad (ajo, epazote, cebolla blanca, cilantro y cebolla morada). De los dos tipos de cebollas y del ajo se utilizaron los bulbos carnosos de la raíz, en tanto que del resto de las especies se utilizaron solo las hojas. La preparación de los extractos se realizó en agua desionizada de acuerdo a López *et al.* (2005) para lo cual se lavaron las plantas con agua corriente y agua destilada; después, se secaron a la sombra

y se separaron las partes de las plantas a utilizar. Éstas se limpiaron y deshidrataron colocándolas en un incubador de convección por gravedad (Precision Scientific Modelo J1755-1A), a una temperatura de 60 ± 2 °C a peso constante. Posteriormente se molieron con un molino para café (Braun modelo KSM-2), hasta obtener un polvo fino que se pasó por una malla (Alsa) del número 20 con orificios de 0.84 mm de diámetro. Los extractos se prepararon en concentraciones de 5 y 10 % (p/v), para lo cual se pesaron cantidades de 5 y 10 g de polvo de cada especie y se colocaron en vasos de precipitado Pyrex de 250 ml de capacidad conteniendo 100 ml de agua desionizada, se agitaron por 15 min en un agitador de laboratorio de plato caliente (Corning modelo PC-620) y luego se dejaron en refrigeración a una temperatura de 4 ± 2 °C por 24 h. Cada extracto se pasó por papel filtro Watman WL No. 1 para eliminar residuos de tejido vegetal que pasaron a través de la malla utilizada. Los extractos obtenidos en sus dos concentraciones, se utilizaron directamente para preparar el medio PDA en el que se sembraron los discos del hongo *R. solani*, por lo que no fue necesario esterilizarlos previamente.

De cada medio de cultivo más extracto se utilizaron cuatro cajas de Petri, colocando 20 ml aproximadamente por caja, considerándose cada una de éstas como una repetición.

Diseño experimental

El experimento se realizó bajo un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial de 10 x 2, donde el factor A estuvo constituido por los extractos vegetales, y el factor B por las concentraciones. Los discos del hongo de 4 mm de diámetro con micelio se sembraron en cajas Petri con los tratamientos utilizados y se incubaron a una temperatura de 22 ± 2 °C. El efecto inhibitorio de los extractos se determinó como porcentaje de inhibición del crecimiento radial del micelio del hongo con respecto al testigo PDA, cuyo crecimiento en dos períodos de incubación, 72 y 96 h después de la siembra, se consideró como 100 %. Se utilizó la prueba de comparación múltiple entre medias por el método de DMS (0.05).

Resultados y Discusión

El tiabendazol inhibió por completo el crecimiento del hongo en todos los casos, en tanto que en el medio de cultivo PDA solo, el potencial de crecimiento del hongo se expresó sin ningún efecto inhibitorio. Con excepción de los extractos de cebolla morada en los dos periodos de incubación a la concentración de 5 % y de gigante a la

concentración de 5 % y 96 h de incubación, todos los extractos tuvieron un efecto inhibitorio sobre el crecimiento radial del micelio de *R. solani* con respecto al testigo PDA. El análisis de varianza (Cuadro 1), tanto en el periodo de incubación de 48 h como en el de 96 h, indicó diferencias altamente significativas entre extractos, lo que indica un efecto inhibitorio diferencial entre extractos y testigos. Las diferencias altamente significativas entre concentraciones se aprecian en el hecho de que el efecto inhibitorio incrementó en forma importante al aumentar la concentración de los extractos de 5 a 10 %. La interacción altamente significativa de extractos por concentración se explica por el hecho de que el efecto de los extractos o de las concentraciones no fue independiente uno de otro. Algunos extractos tuvieron efectos promotores del crecimiento del micelio cuando varió su concentración.

Cuadro 1. Cuadrados medios del análisis de varianza para el efecto inhibitorio de ocho extractos vegetales acuosos y dos testigos sobre el crecimiento radial del micelio de *Rhizoctonia solani* Kühn *in vitro* en dos periodos de incubación.

Fuentes de variación	GL	48 h	96 h
Repeticiones	3	0.45	2.75
Extractos	9	4.36 **	27.08 **
Concentraciones	1	4.59 **	18.62 **
Extracto por concentración	9	1.13 **	3.23 **
Error	57		
C. V.		20.89	21.64

**Significativo al 0.01 nivel de probabilidad; CV=Coeficiente de variación.

Se analiza en primer término, el efecto de los extractos en sus dos concentraciones sobre el desarrollo del hongo en cada periodo de incubación y en segundo término su efecto con respecto al incremento del periodo de incubación.

Periodo de incubación de 48 h

Solo el extracto de ajo inhibió por completo el crecimiento de *R. solani* en las dos concentraciones (Cuadro 2). Bianchi *et al.* (1997) indican que el extracto acuoso de ajo inhibió el 85 % del crecimiento del micelio de *R. solani* en un periodo de incubación de 120 h, en tanto que López *et al.* (2005) señalan una inhibición de 97 %, en 144 h de incubación. Es indiscutible que el ajo tiene un importante efecto inhibitorio sobre el crecimiento del micelio de *R. solani*, las diferencias observada entre autores pueden ser debidas a los procedimientos utilizados.

A la concentración de 5 %, los extractos de cebolla

blanca y de lechuguilla resultaron estadísticamente iguales entre sí, pero significativamente inferiores al extracto de ajo y superiores al resto de los extractos. El efecto inhibitorio de la cebolla blanca ha sido descrito por Stauffer *et al.* (2000) en la bacteria *Xanthomonas campestris* cultivar Campestris y los hongos en *Fusarium sp.*, *Alternaria sp.*, *Colletotrichum sp.* y *Pythium sp.* El ajo y la cebolla con compuestos azufrados como principios activos, son las especies que más destacan por su mayor espectro de acción inhibitoria (Montes, 1996). El extracto de lechuguilla aparentemente no se ha evaluado como inhibidor del crecimiento de fitopatógenos *in vitro*. Sin embargo la literatura indica que se ha utilizado experimentalmente con éxito como bactericida potencial para controlar bacterias de importancia en la medicina humana, Castro-Franco *et al.* (2001) encontraron que los extractos hexánicos y etanólicos de lechuguilla tienen efecto antibacterial *in vitro* contra *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Enterobacter aerogenes*, *Bacillus cereus* y *Shigella dysenteriae*, siendo particularmente efectivos contra *Bacillus cereus* con un 82 % de inhibición.

El extracto de gobernadora tuvo un efecto inhibitorio relativamente bajo, pero superior los extractos de epazote, gigante, cilantro y cebolla morada, cuyos efectos inhibitorios se consideraron bajos. Los extractos de gobernadora han mostrado un amplio espectro de acción inhibitoria del crecimiento del micelio de varias especies de hongos fitopatógenos, entre las que se encuentran *Fusarium oxysporum*, *Verticillium spp.*, y *R. solani* con un rango de inhibición variable (Campos *et al.*, 1979; Hurtado *et al.*, 1979; Tequida-Meneses., *et al.* 2002). Destaca la alta efectividad de la acción antiaflatoxigénica y fungistática de los extractos de la gobernadora sobre *Aspergillus flavus* y *A. parasiticus* (Vargas-Arispuro *et al.*, 1997). El extracto de la cebolla morada, no solo no inhibió el crecimiento del hongo, sino que lo estimuló de tal manera que el crecimiento del hongo sobrepasó al testigo PDA en 17 %, resultando significativamente diferente a éste. Este efecto promotor de extractos vegetales sobre el crecimiento del micelio de hongos fitopatógenos ha sido observado por Gurrola *et al.* (1996) en extractos hexánicos y metanólicos sobre *Sclerotium rolfsii* después de un periodo de incubación de 48 h. Un efecto antagónico ha sido descrito para *Colletotrichum circinans*. El extracto de gigante con 48 h de incubación, mostró un ligero efecto inhibitorio a la concentración de 5 % y un importante incremento a la concentración de 10 %. López *et al.* (2004) observaron una inhibición de 37 % sobre *R. solani* después de un periodo de incubación de 72 h con extractos de gigante al 5 % *in vitro* y una pérdida completa de este efecto después de 144 h. El extracto de epazote mostró solo una mínima inhibición en la concentración del 5 %,

sin embargo en condiciones de invernadero ha mostrado un buen control de la pudrición de la corona y del tallo del tomate causado por *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* (Marcos 1996; Gamboa 1997)

Al incrementar la concentración de los extractos a 10 %, dentro del mismo periodo de incubación de 48 h, el extracto de ajo inhibió el 100 % del crecimiento del hongo. El resto de los extractos incrementaron su efecto inhibitorio pero ninguno llegó a igualar al extracto de ajo. El extracto de lechuguilla continuó con la mayor inhibición después del extracto de ajo. Los extractos de cilantro, epazote y cebolla morada mostraron un importante incremento inhibitorio, indicando que la cantidad de sustancias que tienen efecto antagónico en ellos contra *R. solani*, en la concentración de 5 % no es la suficiente para inhibir su crecimiento. El extracto de cebolla morada a la concentración de 10 % mostró un importante efecto inhibitorio, pasando de un marcado efecto estimulador del crecimiento del micelio en la concentración de 5 % a un definitivo efecto inhibitorio del hongo a la concentración de 10 %.

Al incrementar la concentración de los extractos al 10 % de nuevo el extracto de ajo inhibió el 100 % del crecimiento del hongo. El extracto de lechuguilla alcanzó su máximo efecto de inhibición, sin embargo no igualó al extracto de ajo. Los extractos de cilantro, gobernadora y cebolla morada incrementaron su efecto inhibitorio en forma importante y también alcanzaron su máximo efecto de inhibición, pero se mantuvieron estadísticamente inferiores al extracto de lechuguilla y superiores al resto de los extractos. El extracto de gigante no solo perdió efectividad sino que, además, estimuló el desarrollo del hongo, mostraron diferencias significativas con respecto al crecimiento del hongo en el testigo PDA.

Periodo de incubación de 96 h

En la concentración de 5 %, el extracto de ajo mantuvo la inhibición total del crecimiento del hongo. El extracto de lechuguilla fue significativamente inferior al extracto de ajo, pero superior al resto de los demás extractos. Los extractos de cebolla blanca y de gobernadora resultaron significativamente diferentes entre sí, con un efecto inhibitorio relativamente bajo con respecto al tiabendazol, pero significativamente superiores a los extractos de cebolla morada, cilantro, gigante y epazote, los cuales, tuvieron el más bajo nivel de inhibición.

Concentración de 5 %

Al analizar el efecto de las concentraciones de extractos en relación a los dos periodos de incubación

(Cuadro 2), se observó que el extracto de ajo en los dos periodos de incubación mantuvo su capacidad inhibitoria de 100 % desde las 48 hasta los 96 h. El extracto de lechuguilla mantuvo aproximadamente el mismo efecto inhibitorio tanto a las 48 como a las 96 h de incubación, sugiriendo que los compuestos orgánicos que inhiben el crecimiento del micelio de en medio de cultivo se mantuvieron activos al menos hasta las 96 h. Este mismo efecto, aunque con mucho menor intensidad, se obtuvo con el extracto de epazote. Lo opuesto se observó en los extractos de cebolla blanca y gobernadora que redujeron su porcentaje de inhibición en forma importante al incrementar el periodo de incubación de 48 a 96 h, indicando que esos compuestos orgánicos inhibitorios en la cebolla blanca pierden efectividad en medio de cultivo después de 48 h. Los extractos de cilantro y de gigante no mostraron efecto de importancia. El efecto promotor del crecimiento del micelio del hongo observado en el extracto de cebolla morada, desapareció con 96 h de incubación, probablemente las sustancias que lo estimularon fueron agotadas entre las 48 y 96 h de manera que el hongo deja de crecer.

Cuadro 2. Porcentajes de inhibición promedio del crecimiento radial del micelio de *Rhizoctonia solani* Kühn causado por dos concentraciones de ocho extractos vegetales acuosos y dos periodos de incubación.

Periodo de incubación	48 h		96 h	
	5 %	10 %	5 %	10 %
Concentración	5 %	10 %	5 %	10 %
Ajo	100 a ^z	100 a	100 a	100 a
Gobernadora	40.3 c	57.0 e	30.3 d	59.6 c
Epazote	10.5 d	59.7 d	10.6 e	19.7 e
Gigante	4.5 e	24.0 g	6.0 f	-12.6 h
Cebolla Blanca	65.7 b	65.9 c	36.9 c	26.6 d
Cilantro	1.0 f	67.2 c	2.6 f	69.7 c
Lechuguilla	67.0 b	73.2 b	69.7 b	75.7 b
Cebolla Morada*	-17.0 g	40.3 f	8.0 f	43.0
Tiabendazol	100 a	100 a	100 a	100 a
PDA	0.0 f	0.00 h	0.00 f	0.00 f

*Letras diferentes en la misma columna en cada factor indican diferencia de acuerdo a la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$.

Concentración de 10 %

El extracto de lechuguilla alcanzó su máxima inhibición y no solo mantuvo su estabilidad inhibitoria, sino que se incrementó ligeramente de 48 a 96 h de incubación. El extracto de cilantro mostró una muy importante inhibición

a las 48 h y se incrementó ligeramente a las 96 horas de incubación, indicando que la concentración fue más importante que el periodo de incubación ya que los compuestos orgánicos que inhiben el crecimiento del micelio de *R. solani* se mantuvieron activos al menos por 96 h. Plotto *et al.* (2003) señalan que los aceites esenciales del cilantro tienen efecto fungicida sobre *Botrytis*, *alternaria* y *Geotrichum* en forma de vapores, pero pierden su efecto al incorporarlos al medio de cultivo. El extracto de gobernadora alcanza también su máximo efecto inhibitorio en las dos concentraciones utilizadas, incrementando ligeramente de 48 a 96 h, este efecto antagónico de extractos acuosos de gobernadora al 5 y 10 % permaneció hasta por 144 h inhibiendo el 100 % del crecimiento del hongo (López *et al.*, 2004)

El mayor efecto inhibitorio del extracto de gigante se observó a las 48 h de incubación, pero a las 96 h, en la concentración del 10 %, se observó un efecto promotor del desarrollo del micelio, probablemente originado por la descomposición de los compuestos orgánicos en los extractos vegetales que pudieran suministrar al hongo una mayor cantidad de elementos nutricionales que la concentración del 5 %. En concentraciones del 5 % y un periodo de incubación de 72 h el extracto de gigante mostró una inhibición de 37 % mientras que en la concentración de 10 % y 144 h de incubación estimuló el crecimiento del hongo en 19 %. El extracto de cebolla morada provocó un marcado efecto inhibitorio que incrementó ligeramente de las 48 a las 96 h de incubación. Esto sugiere que el extracto de cebolla morada, en condiciones similares a las de este estudio, solo puede ser antagónico al desarrollo del micelio de *R. solani* en concentraciones de alrededor de 10 %. Los extractos de epazote y cebolla blanca perdieron efectividad de 48 a 96 h.

Conclusiones

De los resultados de este trabajo, en las condiciones en que se realizó el experimento, se puede concluir que todos los extractos inhiben el crecimiento del micelio de *Rhizoctonia solani* Kühn. Al aumentar la concentración de los extractos vegetales también aumenta su efecto inhibitorio en los dos periodos de incubación. El extracto de ajo, al igual que el tiabendazol, inhibe por completo el crecimiento del hongo en todas las pruebas. El extracto de lechuguilla muestra un efecto de inhibición inferior al extracto de ajo, pero superior al resto de los extractos y mantiene estable su efecto inhibitorio durante los periodos de incubación estudiados. Por el contrario, los extractos de gigante y cebolla morada muestran efectos

promotores del crecimiento del micelio del hongo.

Literatura citada

- Almanza Pecina J. F. 2004. Efecto inhibitorio de extractos vegetales acuosos sobre *Rhizoctonia solani* creciendo *in vitro* y sobre la germinación y desarrollo de plantas de frijol. Tesis de Maestría Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah., México. 82 p.
- Apodaca, S.M.A. y Gerardo, A.M. 1993. Extracto de semilla de toronja (*Citrus paradisi* Macf.) para el control de enfermedades de frutos en postcosecha. *In: Memorias del XX Congreso Nacional de Fitopatología.* Zacatecas, Zac. México. 67 p.
- Bianchi, A.; Zambonelli, A. and Zechini, D'A. A. 1997. Ultrastructural studies of the effects of *Allium sativum* on phytopathogenic fungi *in vitro*. *Plant Disease* 81:1241-1246.
- Campos, A. J. E.; Vázquez, M. Ma. del S. y Rodríguez, G.R. 1994. Efecto de extractos vegetales sobre el crecimiento de *R. solani*, en laboratorio. *In: Memorias del XXI Congreso Nacional de Fitopatología.* Cuernavaca, Mor. México. 47 p.
- Campos-López, E., Mabry, T.J. y Fernández-Tavizon, S. 1979. Larrea. Serie el Desierto. Vol. 2. Centro de Investigaciones en Química Aplicada. Saltillo, Coah., México. 411 p.
- Castro-Franco, R., Meza-Herrera, C. A., Contreras-Quiroz, M. del R., y Santos-García, J. 2001. Uso de Fitoextractos en el Control del Crecimiento *in vitro* de bacterias Enteropatógenas. *Revista Chapingo serie Zonas Áridas* 2(2): 96-99.
- Cruz, C. V. 1993. Estudio químico de los vegetales con acción contra hongos e insectos. *Memorias del XX Congreso Nacional de Fitopatología.* Zacatecas, Zac. México. 66 p.
- Cruz, C. R. y Montes, B. R. 1992. Estudio fitoquímico de las plantas antifúngicas y su espectro de acción. *Memorias del XIX Congreso Nacional de Fitopatología.* Saltillo, Coah. México. 209 p.
- Gamboa-Alvarado, R. 1997. Evaluación de extractos vegetales acuosos sobre el control de la pudrición de la raíz y la corona (*Fusarium oxysporum* f. sp. *radicislicopersici*) y efectos fisiológicos en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Tesis de Licenciatura. Universidad. Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah., México. 93 p.
- García, L.R. y Montes, B.R. 1992. Efecto de extractos vegetales en la germinación de esporas y en los niveles de daño de *Alternaria solani* en jitomate. *In: Memorias*

- del XIX Congreso Nacional de Fitopatología. Saltillo, Coah. México. 159 p.
- Gurrola, H.L.E.; Macias, L.; Vázquez, M. Ma. del S. y Rodríguez, G.R. 1996. Acción de extractos metanólicos de plantas en el desarrollo de *Sclerotium rolfsii* *Pythium spp.*, en laboratorio. Memorias del XXIII Congreso Nacional de Fitopatología. Guadalajara, Jal. México.
- Hurtado, L., Hernández, R., Hernández, F., and Fernández, S. 1979. Fungi-toxic compounds in the Larrea resin. In: E. Campos-López, T.J. Mabry y S. Fernández-Tavison (Eds.). Larrea. Serie El Desierto. Vol. II. Centro de Investigación en Química Aplicada. Saltillo, Coah., México. 411 p.
- Javalera, R.A. y Campas, B.G. 1997. Evaluación de extractos vegetales para el control de cenicilla *Eryziphe cichorecearum* De Candolle. Memorias del XXIV Congreso Nacional de Fitopatología. Cd. Obregón, Son. México. 102 p.
- López-Benítez A., López Betancourt S., Vázquez Badillo M. E., Rodríguez Herrera S. A., Mendoza Elos M. y Padrón Corral E. 2005. Inhibición del crecimiento micelial de *Fusarium oxysporum* Schlechtend. f. *sp. lycopersici* (Sacc.) Snyder y Hansen, *Rhizoctonia solani* Kühn y *Verticillium dahliae* Kleb. mediante extractos vegetales acuosos. Revista Mexicana de Fitopatología. 23: 18-190.
- López-Benítez, A., López-Betancourt, S., Manuel-Cruz, R., Mendoza-Elos, M. y Padrón-Corral, E. 2004. Efecto de extractos vegetales en el crecimiento de *Rhizoctonia solani* Kühn en medio de cultivo y en plantas susceptibles de frijol. Memorias del XXXI Congreso Nacional/VI Congreso Internacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Veracruz, Ver, México.
- Marcos, C.F. 1996. Evaluación de Extractos Vegetales para el Control de la "Pudrición de la Corona y Raíz del Tomate" (*Lycopersicon esculentum* Mill) Causado por *Fusarium oxysporum* f. *sp. radidis lycopersici*. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah, México. 82 p.
- Merk Sharp and Dohme Internacional, 1983. Tecto/Mertect. Second Edition. Rahway, New Jersey, USA. 45 p.
- Montes-Belmont, R., 1996. Productos naturales de origen vegetal para el combate de fitopatógenos. Revista Mexicana de Fitopatología. 14: 9-14.
- Montes, B.R.; Carvajal, M.; Figueroa, B.R.; Méndez, Y. 1997. Extractos sólidos, acuosos y hexánicos de plantas para el combate de *Aspergillus flavus* link. En maíz. Revista Mexicana de Fitopatología. 15(1): 26-30.
- Montes, B.R.; Cruz, C.V. y Domingo, P.M. 1990. Control de la roya del frijol mediante extractos vegetales, bajo condiciones de campo en Santa Cruz Xoxocotlan, Oaxaca. In: Memorias del XVII Congreso Nacional de Fitopatología. Culiacán, Sin. 104 p.
- Montes, B.R.; Espín, G. R.; Sosa, H. A. y Pérez, P. R. 1995. Evaluación de extractos vegetales para el control de la virosis "chino del tomate" en dos regiones agoecológicas de México. Revista Mexicana de Fitopatología 13(2):111-116.
- Montes, B.R. y Martínez, M.G. 1992. Control de la cenicilla (*Erysiphe cichoracearum*) y del mildiu (*Pseudoperonospora cubensis*) de la calabacita (*Cucúrbita pepo*), mediante extractos vegetales en los valles centrales de Oaxaca. Revista Mexicana de Fitopatología 10: 186-191.
- Montes, B.R.; Sandoval, G.G. y Revuelta, Cristóbal. 1989. Protección de plantas de frijol contra enfermedades fungosas mediante extractos vegetales. Memorias del XVI Congreso Nacional de Fitopatología. Montecillo, México. 121 p.
- Plotto, A., Roberts, D. D y Roberts, R. G. 2003. Evaluation of plant essential oils as natural postharvest disease control of tomato (*Lycopersicon esculentum*). International Society for Horticultural Science (ISHS). Acta Horticulturae 628: 737-745.
- Stauffer, B.A., Orrego, F.A. y Aquino, J.A. 2000. Selección de extractos vegetales con efecto fungicida y/o bactericida. Universidad Nacional de Asunción, Paraguay. Revista de Ciencia y Tecnología 1: 29-33.
- Salazar, H. F.; Garcia, E. R. y Tlapal, B. 1990. Evaluación de residuos de las plantas gobernadora *Larrea tridentata* L. y epazote *Chenopodium ambrosoides* L. sobre los hongos *Pythium aphanidermatum* y *R. solani* en frijol *Phaseolus vulgaris* L. Memorias del XVII Congreso Nacional de Fitopatología. Culiacan, Sin. México. 102 p.
- Tequida-Meneses, M., Cortez-Rocha, M., Rosas-Burgos, E.C., López-Sandoval, S. y Corrales-Maldonado, C. 2002. Efecto de extractos alcohólicos de plantas silvestres sobre la inhibición de crecimiento de *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Penicillium chrysogenum*, *Penicillium expansum*, *Fusarium moniliforme* y *Fusarium poae*. Revista Iberoamericana de Micología 19: 84-88.
- Tun, J.; Navarrete, J. A.; Quiroz, J. y Soria, M. 1997. Forma y dosis de cempazúchil (*Tagetes patula* L.) aplicado al suelo como nematicida en pepino (*Cucumis*

- sativus* L.). Memorias del XXIV Congreso Nacional de Fitopatología. Cd. Obregón, Son. México.
- Vargas, A. I.; Araujo, B. S.; Martínez, T. M. A. y Ortega, N. M. 1997. Efecto de extractos de plantas sobre el crecimiento y producción de aflatoxinas de *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus*. Revista Mexicana de Fitogenética. 15: 91-95.
- Zavaleta-Mejía, E.; Villar, L.A.C.; Rojas, M.R.I. y García, E.R. 1992. Efecto de la incorporación de residuos de crucíferas (*Brassicaceae*) en fitotatógenos del suelo. IV Efecto de la incorporación de col y brócoli en la pudrición blanca (*Sclerotium cepivorum* Berk.) de la cebolla en campo. Revista Mexicana de Fitopatología. 10: 179-185.



Departamento de Horticultura

Laboratorio de Biotecnología

Teléfonos: (844) 411-0214 y 411-0306 Fax: 411-0286

horti@uaaan.mx

Servicios

Docencia a nivel licenciatura y postgrado Investigación, desarrollo
Servicio Externo y participación en Proyectos Especiales

Equipo

Agitador mecánico orbital, Agitador múltiple, Autoclave
Balanzas analítica, semianalítica y granataria
Cámara de flujo laminar
Conductivímetro, Congelador, Desionizador
Destilador y Digestor Micro Kjeldahl
Equipo de absorción atómica
Espectrofotocolorímetro
Espectrofotómetro de absorción atómica
Estufa de secado con vacío y normal
Incubadora, Liofilizador, Micrótopo rotatorio
Mufla
Parrillas de agitación y calentamiento
Potenciómetro

Determinaciones analíticas

Análisis de minerales por absorción atómica (Fe, Cu, Zn, Mg, Mn, Na, K, Ca, (colorimetría)
Determinación de P por colorimetría Micropropagación de plantas
Determinación de N por Micro Kjeldahl; digestión, destilación y titulación

Cursos

Conferencias, cursos cortos y divulgación técnica, Investigación en cultivos diversos usando
productos químicos de fabricación reciente
Micropropagación de plantas Micropropagación in Vitro
Servicios de asesoría y consultoría en cultivos frutícolas, hortícolas y ornamentales
Determinación de minerales por equipo de absorción atómica. Fe, Cu, Zn, Mg, Mn, Na, K,
Ca, P (colorimetría)