

**EFFECTO DE EXTRACTOS DE PLANTAS DEL SEMIDESIERTO
INDUCTORES DE TOLERANCIA DEL TOMATE (*Lycopersicon
esculentum* Mill.) A *Fusarium oxysporum* Schlechtend. f. sp. *lycopercisi*
(Sacc.) Snyder & Hansen Y SU INFLUENCIA EN CRECIMIENTO.**

JOSÉ OMAR CÁRDENAS PALOMO

T E S I S

**Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Grado de:**

MAESTRO EN CIENCIAS

En Ingeniería de Sistemas de Producción

Universidad Autónoma Agraria

“Antonio Narro”

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Noviembre del 2007.



**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO

**EFFECTO DE EXTRACTOS DE PLANTAS DEL SEMIDESIERTO
INDUCTORES DE TOLERANCIA DEL TOMATE (*Lycopersicon esculentum*
Mill.) A *Fusarium oxysporum* Schlechtend. f. sp. *lycopercisi* (Sacc.) Snyder &
Hansen Y SU INFLUENCIA EN CRECIMIENTO.**

T E S I S P O R:

JOSÉ OMAR CÁRDENAS PALOMO

T E S I S

**Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como
requisito parcial para optar al grado de:**

**MAESTRO EN CIENCIAS EN
INGENIERÍA DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN**

COMITÉ PARTICULAR:

ASESOR PRINCIPAL: _____
Dra. Diana Jasso Cantú

ASESOR: _____
Dr. Raúl Rodríguez García

ASESOR: _____
Dr. José Angel Villarreal Quintanilla

ASESOR: _____
Dr. Francisco Daniel Hernández Castillo

Dr. Jerónimo Landeros Flores
Subdirector de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Noviembre del 2007.

DEDICATORIA
PARA LAS PERSONAS QUE MÁS AMO:

A DIOS: Por permitirme disfrutar de esta gran vida y oportunidad de existir y de disfrutar de este maravilloso mundo. Por mi parte tratare de ser cada día mejor espiritualmente y personalmente para que el día de que el destino me alcance rendir buenas cuentas.

A MI ESPOSA: Por estar conmigo en las buenas y en las malas, por el apoyo y comprensión en cada momento de mi vida y ser la musa de mi existir.

Susana Solís Gaona

A MIS PADRES: Por haberme guiado, forjado los valores necesarios para ser lo que soy, por haber creído en mí, por todos los consejos y el apoyo que me han proporcionado.

Sra. Ma. Guadalupe Ayala Torres.

Sr. Servando Cárdenas Govea.

A MIS SUEGROS: Que en Paz Descansen por haberme dejado uno de sus 8 tesoros más preciados "Susana".

Sra. Maria Inés Gaona Morales †

Sr. Santiago Solís Charles †

A MIS HERMANOS: Por ser mis mejores amigos y compartir buenos y malos momentos.

Servando, Miguel, Edgar, Montse y Magie.

Cuñadas: Judith, Kary.

Sobrinos: Choche, Servandito.

Ahijado: Diegito.

A MIS NUEVAS FAMILIAS: Solís Torres, Montemayor Solís, Solís Martines, Solís Ramírez, Solís Garibay, Gelita, Mere, Dulce y Danielita.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS Por permitirme disfrutar de esta gran vida y oportunidad de lograr una meta más en mi vida.

A mi Alma Terra Mater. Por el nivel de estudios proporcionado.

A CONACYT. Por el apoyo económico en la formación de nuevos Investigadores.

A la Dra. Susana Solís Gaona. Por su dedicación, su asesoría en la obtención de extractos, aislamiento del hongo, apoyo en el trabajo de laboratorio e invernadero, asesoría y tiempo ocupado en el seguimiento y elaboración de esta investigación.

A la Dra. Diana Jasso Cantú y al Dr. Raúl Rodríguez García. Por la confianza, amistad, tiempo dedicado a este trabajo y apoyo con la asesoría necesaria para realizar esta Investigación y redacción de artículos.

Al Dr. Francisco Daniel Hernández Castillo. Por haberme apoyado con la asesoría necesaria para realizar esta Investigación y redacción de artículos.

Al Dr. José Angel Villarreal Quintanilla. Por haberme apoyado en la redacción de artículos.

Al Dr. Alejandro Zermeño. Por la confianza, amistad y apoyo en material de impresión para esta tesis.

A la T.A. Ma. Guadalupe Moreno Esquivel. Por su apoyo en las mediciones efectuadas y el manejo de material del laboratorio de Fitoquímica.

A la T.A. Edith E. Chaires Colunga. Por su apoyo en las mediciones efectuadas.

Al Dr. Fernando Borrego Escalante. Por proporcionar insecticida y fertilizantes para el desarrollo de la investigación

A la T.A. Ma. de Lourdes Hernández Hdz. Por el equipo facilitado,

Al Ing. Antonio Cárdenas. Por haber facilitado el invernadero de Parasitología.

Y a los señores y señoras Alfredo, Polo, José, Leticia y Olga del laboratorio de Fitoquímica, por su apoyo en la colecta de material vegetal.

COMPENDIO

Efecto de Extractos de Plantas del Semidesierto Inductores de Tolerancia del Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) a *Fusarium oxysporum* Schlechtend. f. sp. *lycopercisi* (Sacc.) Snyder & Hansen y su Influencia en Crecimiento.

POR:

JOSÉ OMAR CÁRDENAS PALOMO

MAESTRÍA EN CIENCIAS

INGENIERÍA DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Noviembre del 2007

Dra. Diana Jasso Cantu –Asesor principal-

Palabras clave: *Lycopersicon esculentum*, inductores de tolerancia, *Fusarium oxysporum*, *Flourensia cernua*, *Yucca carnerosana*, *Larrea tridentata*, *Chenopodium quinoa*, *Agave lechuguilla*.

En esta investigación se realizó la obtención de extractos etanólicos de una especie cultivada *Chenopodium quinoa* Willd. (quinua) y cuatro especies silvestres del Semidesierto Chihuahuense: *Yucca carnerosana* Trel. (yuca), *Agave lechuguilla* Torr. (lechuguilla), *Larrea tridentata* Sesse & Moc. ex DC. (gobernadora) y *Flourensia cernua* DC. (hojasén). Los objetivos del estudio fueron: a) evaluar el efecto de los

extractos en el crecimiento micelial *in vitro* de la cepa de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopercisi* (*Fol*) por técnica de infusión en papa dextrosa agar (PDA); b) determinar la incidencia de *Fol* y el crecimiento de plántulas de tomate, c) determinar la incidencia y severidad de *Fol*, y la producción en plantas de tomate.

Las concentraciones por extracto fueron de: 500 y 1,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ para hojasén; 1,000 y 2,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ para gobernadora y quinua; 2,000 y 4,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ para yuca y lechuguilla, además de un testigo comercial (benomilo) a dos concentraciones 500 y 1,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ y el testigo absoluto (con solo PDA). El efecto de inhibición micelial se determinó en relación con el crecimiento micelial del testigo como un 100% de crecimiento ó 0% de inhibición, los datos se analizaron mediante un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones a un nivel de significancia estadística del $P \leq 0.01$. El extracto que mostró 100% de inhibición a las 48 y 96 h fue el de gobernadora a 1,000 y 2,000 $\mu\text{l l}^{-1}$, resultando estadísticamente el mejor, siguiéndole a las 96 h el de hojasén a 1,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ que inhibió un 78.0% y a 500 $\mu\text{l l}^{-1}$ un 73.3%. Los extractos de yuca presentaron a 4,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ un 18.3% y a 2,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ 9.6% de inhibición micelial, los de lechuguilla y quinua no tuvieron efecto de inhibición de *Fol*.

La evaluación de los extractos en plántulas de tomate var. Floradade, se llevó a cabo en invernadero, por medio de un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones a un nivel de significancia estadística del $P \leq 0.05$. Las concentraciones evaluadas fueron las mismas que *in vitro* además de un testigo comercial (benomilo) a 1000 $\mu\text{l l}^{-1}$, un testigo inoculado y un testigo absoluto. La aplicación fue por inmersión de raíces a los 15 días después de la siembra (DDS) y la

inoculación de *Fol* a los 19 DDS igualmente por inmersión de raíces. Las variables evaluadas fueron: incidencia de *Fol*, crecimiento vegetativo, ancho de corteza y diámetro central de tallo a los 28 y a los 45 DDS respectivamente. A los 45 DDS la mayoría de los extractos no mostraron incidencia de *Fol* a excepción de la quinua a 2,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ que mostró igual incidencia que el testigo inoculado (50%). Respecto a variables de crecimiento, el extracto de yuca a 2,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ promovió la mayor altura de tallos, el de gobernadora a 1,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ fue el mas eficiente para incrementar ancho de corteza y diámetro central de tallos a los 45 DDS, el diámetro central de tallos aumentó con los extractos de lechuguilla a 4,000 $\mu\text{l l}^{-1}$, gobernadora a 2,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ y quinua a 1,000 $\mu\text{l l}^{-1}$, aunque no presentaron diferencia entre ellos, pero sí con el testigo.

Se evaluó el efecto de cinco extractos vegetales sobre el índice de intensidad de *Fol* y rendimiento de tomate var. Floradade, mediante un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones a un nivel de significancia estadística del ($P \leq 0.01$). Las concentraciones por extracto y los testigos fueron las mismas que se utilizaron en plántula. La aplicación de los extractos fue en raíz al momento del trasplante y a la base del tallo a los 45 después del trasplante (DDT), la inoculación de *Fol* fue a la base del tallo a los 5 DDT. No hubo incidencia del patógeno con hojásén a 1,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ (0%), seguido por yuca a 2,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ con 25%. Yuca a 1,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ y hojásén a 500 $\mu\text{l l}^{-1}$ produjeron el mayor rendimiento de frutos y provocaron precocidad de cosecha.

ABSTRACT

Use of Semidesert Plant Extracts as Tolerance Inductors in Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) on *Fusarium oxysporum* Schlechtend. f. sp. *lycopercisi* (Sacc.) Snyder & Hansen and its Influence in Plant Growing

BY

JOSÉ OMAR CÁRDENAS PALOMO.

MASTER IN SCIENCE

INGENIERÍA DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, November 2007

Dra. Diana Jasso Cantu –Advisor-

Additional keywords: *Lycopersicon esculentum*, tolerance inductors, *Fusarium oxysporum*, *Flourensia cernua*, *Yucca carnerosana*, *Larrea tridentata*, *Chenopodium quinoa*, *Agave lechuguilla*.

The obtention of ethanolic extracts was carried out from a cropping specie, *Chenopodium quinoa* Willd. (quinua) and from four natives species from the Chihuahuan Desert: *Yucca carnerosana* Trel. (yuca); *Agave lechuguilla* Torr. (lechuguilla); *Larrea tridentata* Sesse & Moc. ex DC. (gobernadora) and *Flourensia cernua* DC. (hojasén). The objectives were: a) To evaluate the extracts effect *in vitro* on *Fol* mycelial growing on Petri dishes with PDA, b) To determine the *Fol* incidence and

vegetative growth in tomato seedlings, c) To determine the *Fol* incidence and severity in tomato plants, and yield.

The extract concentrations were: 500 and 1,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ for hojasén; 1,000 and 2,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ for gobernadora and quinua, and 2,000 and 4,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ for yucca and lechuguilla, also one commercial control and one absolute control were used. The mycelial inhibition effect was determined considering the mycelial control growth as 100% of mycelial growth or 0% of mycelial inhibition. A complete random design with four repetitions was used; the significant level was $P \leq 0.01$. The gobernadora extract was the treatment (1,000 and 2,000 $\mu\text{l l}^{-1}$) with inhibition of 100% at 48 and 96 h, followed by hojasén extract (1,000 $\mu\text{l l}^{-1}$) inhibited 78.0% at 96 h and at 500 $\mu\text{l l}^{-1}$ with 73.3% of inhibition. The yuca extract (4,000 $\mu\text{l l}^{-1}$) showed 18.3% of mycelial inhibition, at 2,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ was only 9.6%. The lechuguilla and quinua extracts did not showed inhibition effect.

The extracts evaluation on tomato seedlings var. Floradade was carried out in a greenhouse. A complete random design with four repetitions was used, LSD at 0.05 was determined. The extract concentrations were the same as those used for *in vitro* assay. One commercial, one inoculated and one absolute control were used too. The extract application was made by immersion of roots seedlings at 15 days after seeding (DAS) and the *Fol* inoculation was made at 19 DAS by immersion of roots seedlings too. The variables evaluated were: *Fol* incidence, vegetative growth, bark thickness, stem central diameter at 28 and 45 DAS. The extracts application the *Fol* incidence was not founded exception for the quinua extract at 2,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ that showed similar incidence that the inoculated control (50% of incidence) at 45 DAS. Concerning the growing variables, the

yuca extract at 2,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ promoted the highest stem height; gobernadora extract (1,000 $\mu\text{l l}^{-1}$) was the most efficient for to increase: root length, bark thickness and stem central diameter at 45 DAS, the stem central diameter increased with the lechuguilla extract (4,000 $\mu\text{l l}^{-1}$) and also with gobernadora extract (2,000 $\mu\text{l l}^{-1}$) and with the quinua extract at 1,000 $\mu\text{l l}^{-1}$, however not difference was found between them, but their were found with control.

Five plant extracts were evaluated on *Fol* intensity index and the Floradade tomato yield. A complete random design with four replications, LSD at 0.05 was used. The concentrations for each extract and controls were the same that these used in the seedling experiment. The extracts application were performed at the transplant on root at 45 days after the transplant (DAT) in the stem base, the inoculation of *Fol* at stem base was at 5 DAT. Hojasén at 1,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ did not have *Fol* incidence and yuca at 2,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ only it had 25 %. Yuca at 1,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ and hojasén at 500 $\mu\text{l l}^{-1}$ presented the highest tomato yield, and their promoted early harvest.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	2
REVISIÓN DE LITERAURA	4
Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> , Mill.)	4
Importancia	4
Origen	4
Características botánicas y taxonómicas	5
Marchitez por <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopercisi</i>	6
Importancia	6
Síntomas	6
Control	7
Extractos vegetales antimicrobiales	8
Importancia	8
Extractos vegetales como funguicidas	8
In vitro	8
En Invernadero	10
En Campo	10
Componentes Bioactivos	11
Extractos vegetales estimulantes de crecimiento vegetal	12
Actividad fungicida, compuestos químicos y usos de las especies bajo estudio	13
<i>Agave lechuguilla</i> Torr. (Lechuguilla)	13
<i>Larrea tridentata</i> Sese & Moc. ex DC. (Gobernadora)	14
<i>Chenopodium quinoa</i> Willd. (Quinoa)	15
<i>Flourensia cernua</i> DC. (Hojasén)	16
<i>Yucca carnerosana</i> Trel. (Yuca)	18
ARTICULO 1: Efecto de Extractos de Plantas del Semidesierto Contra <i>Fusarium oxysporum</i> Schlechtend <i>In vitro</i> y en Plantas de Tomate.	19
CONCLUSIONES	47
LITERATURA CITADA	48

INDICE DE CUADROS DE ARTÍCULO

	Página
Cuadro 1. Comparación de medias del porcentaje de inhibición <i>In vitro</i> del crecimiento micelial de <i>Fusarium oxysporum</i> en dos periodos de incubación con extractos etanólicos de <i>A. lechuguilla</i> (lechuguilla), <i>L. tridentata</i> (gobernadora), <i>Ch. quinoa</i> (quinua), <i>F. cernua</i> (hojasén) y <i>Y. carnerosana</i> (yuca) a dos concentraciones y los testigos.	41
Cuadro 2. Cuadro 2. Comparación de medias de diámetro y altura de plántulas de tomate a los 25 y 45 DDS, tratadas con extractos etanólicos de <i>A. lechuguilla</i> (lechuguilla), <i>L. tridentata</i> (gobernadora), <i>Ch. quinoa</i> (quinua), <i>F. cernua</i> (hojasén) y <i>Y. carnerosana</i> (yuca) a dos concentraciones y los testigos.	42
Cuadro 3. Comparación de medias de ancho de corteza de tallos y diámetro central de tallos de plántulas de tomate a los 45 DDS, tratadas con etanólicos de <i>A. lechuguilla</i> (lechuguilla), <i>L. tridentata</i> (gobernadora), <i>Ch. quinoa</i> (quinua), <i>F. cernua</i> (hojasén) y <i>Y. carnerosana</i> (yuca) a dos concentraciones y los testigos.	43
Cuadro 4. Rendimiento de tomate a cuatro fechas de corte y rendimiento total, por efecto de extractos etanólicos de <i>A. lechuguilla</i> (lechuguilla), <i>L. tridentata</i> (gobernadora), <i>Ch. quinoa</i> (quinua), <i>F. cernua</i> (hojasén) y <i>Y. carnerosana</i> (yuca) a dos concentraciones y los testigos.	44

INDICE DE FIGURAS DE ARTÍCULO

	Página
Fig. 1. Incidencia de <i>Fusarium oxysporum</i> en plántulas de tomate tratadas con cinco extractos vegetales en dos dosis y los testigos a 45 DDS.	45
Fig. 2. Efecto de cinco extractos vegetales a dos concentraciones sobre índice de intensidad de marchitez vascular en tomate por <i>Fusarium oxysporum</i> a 150 DDT.	46

INTRODUCCIÓN

El tomate es la hortaliza más difundida en todo el mundo y la de mayor valor económico, su demanda se incrementa continuamente y con ella la superficie cultivada, producción y comercialización. En México el tomate es considerado como la segunda especie hortícola más importante por la superficie sembrada y como la primera por su valor de producción (Valadez, 1997). Los sistemas de producción agrícola han sufrido algunas transformaciones importantes gracias a la generación de técnicas que permiten incrementar los rendimientos por unidad de superficie (Rodríguez, 2004).

Uno de los factores de mayor importancia para aumentar el rendimiento del cultivo de tomate es la aplicación de fertilizantes los que proporcionan uno o más de los elementos que son nutrimentos esenciales para que las plantas realicen sus funciones fisiológicas (Cook, 1992), y la aplicación de productos para lograr la sanidad del cultivo (Rodríguez, 2004).

La utilización actual de agroquímicos para la nutrición y el control de enfermedades de cultivos ha generado consecuencias indeseables, como contaminación de mantos acuíferos por aplicaciones de grandes volúmenes de fertilizantes; los plaguicidas generan compuestos tóxicos de alta residualidad, que afectan al ambiente y a los humanos (Primavesi, 1988). Además de lo anterior, los organismos fitopatógenos

tienden a desarrollar resistencia a la aplicación de agroquímicos debido a la presión de selección ocasionada por las altas dosis y número de aplicaciones (Hernández *et al.*, 2005).

Una alternativa al uso de agroquímicos es la aplicación de productos orgánicos, los cuales se degradan más rápidamente, ya que pueden ser asimilados por la planta y otros microorganismos del suelo por lo que no afectan al medio ambiente, incluso pueden promover que la misma planta produzca sustancias inductoras de resistencia a enfermedades como las fitoalexinas (Mendoza, 1989; Vivanco *et al.*, 2005) así como sustancias inductoras de crecimiento y calidad de fruto (Solís, 2002). Por lo anterior, se plantean los siguientes objetivos generales y objetivos específicos:

Objetivo general

- ❖ Medir la capacidad inhibitoria de los extractos etanólicos de cuatro especies silvestres del semidesierto y una especie cultivada, sobre *Fusarium oxysporum* f. sp *lycopersici* (Fol) en tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill.) y su efecto en el crecimiento y rendimiento.

Objetivos específicos

- ❖ Determinar el efecto inhibitorio *In vitro* de extractos vegetales de cinco especies, en dos concentraciones, sobre *Fol*.

- ❖ Determinar el efecto de extractos vegetales de cinco especies, en dos concentraciones en la incidencia de *Fol*, en plántulas de tomate.
- ❖ Determinar el efecto de extractos vegetales de cinco especies, en dos concentraciones en la incidencia y severidad de *Fol*, en plantas de tomate.
- ❖ Determinar el efecto de extractos vegetales de cinco especies, en dos concentraciones en el diámetro de tallo, diámetro central, diámetro de corteza de tallos y altura de plántula de tomate.
- ❖ Evaluar el efecto de extractos vegetales de cinco especies, en dos concentraciones sobre el rendimiento de plantas tomate.

REVISIÓN DE LITERATURA

Tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill.)

Importancia

En México el tomate o jitomate es considerado la segunda especie hortícola más importante por la superficie sembrada y como la primera por su valor de producción (Valadez, 1997). Además, se encuentra cultivado en climas templados y tropicales de casi toda la República, por ser una planta que tiene un rango muy amplio de adaptación (León y Arosamena, 1980).

La actividad productiva de este cultivo es de relevante importancia para México, ya que genera un alto nivel de divisas para nuestro país, utiliza un elevado número de mano de obra y proporciona una derrama económica considerable por el monto de insumos (León y Arosamena, 1980).

Origen

El tomate es una planta nativa de América tropical, cuyo origen se localiza en la región de los andes (Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú) (Messiaen *et al.*, 1995 y

Valadez, 1997), sin embargo México es considerado a nivel mundial como el centro más importante de la domesticación del tomate (Valadez, 1997).

Características botánicas y taxonómicas.

Es una planta anual y puede ser semiperenne en regiones tropicales. Su sistema de raíces es pivotante y robusta, pudiendo llegar hasta 1.8 m de profundidad (Valadez, 1997; León y Arosamena, 1980). Los tallos son cilíndricos en plantas jóvenes y angulosos en plantas maduras; alcanzan alturas de 0.4 a 2.0 m, presentando un crecimiento simpódico (Valadez, 1997).

La inflorescencia está compuesta de varios ejes, cada uno de los cuales tiene una flor de color amarillo brillante. El cáliz y la corola están compuestos de cinco sépalos y cinco pétalos, respectivamente. La inflorescencia se forma a partir del 6° ó 7° nudo y cada 1 ó 2 hojas se encuentran las flores en plantas de hábito determinado, y en las de hábito indeterminado se forman a partir del 7° ó 10° nudo y cada cuatro hojas (Valadez, 1997).

Las hojas son grandes, compuestas, con diferentes tonos de color verde y distintas formas, según la variedad. En las axilas de las hojas se forman las yemas que producen tallos secundarios de importante desarrollo y capacidad productiva (León y Arosamena, 1980).

El fruto de tomate es una baya compuesta por varios lóculos, pudiendo contar desde dos (bilocular) hasta tres ó más lóculos (multilocular); los cultivares comerciales pertenecen al tipo multilocular. El color más común del fruto es el rojo, pero existen amarillos, naranjas y verdes, siendo su diámetro comercial aproximado de 10 cm (Valadez, 1997).

Marchitez por *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopercisi*

Importancia

Esta enfermedad comúnmente conocida como “amarillo” o “marchitez por *Fusarium*” provoca serios daños en todas las áreas donde se cultiva el tomate, afectando seriamente la producción (León y Arosamena, 1980).

Diferentes especies de *Fusarium*, a nivel mundial, causan varias enfermedades, tales como; marchitez vascular, pudrición de semillas y plántulas (ahogamiento), pudrición de raíz, de tallos inferiores, de coronas, de bulbos, de tubérculos, etc. (Agrios, 2001).

Síntomas

El primer indicio aparece al inicio de la floración o formación de primeros frutos y es un amarillamiento de las hojas inferiores, las cuales gradualmente se marchitan y mueren adheridas a la planta y posteriormente caen al suelo. Los síntomas pueden

aparecer en un solo lado de la planta (ataque en el tejido conductor de algunas ramas) mientras que el resto permanece sano, aunque puede manifestarse en toda la planta. Bajo condiciones favorables, se puede manifestar en etapas más tempranas del cultivo (Mendoza, 1996).

Al hacer cortes transversales principalmente en la parte baja del tallo se puede observar una coloración café oscura del tejido vascular (xilema), si el corte es longitudinal se puede ver la tonalidad café del tejido vascular a lo largo de todas las ramas, tallos y raíces. Las plantas en estas condiciones se ven afectadas en la producción, causando que los frutos sean de baja calidad; induce achaparramiento de planta, marchitez, caída de hojas al suelo y por ultimo muerte de plántulas ó plantas adultas (Mendoza, 1996; Carrillo *et al.*, 2003).

Control

Para la prevención de esta enfermedad, existen muchas recomendaciones dentro de las cuales se encuentran: tratar la semilla con agua caliente por 20 minutos a 50 °C a esta temperatura se elimina al patógeno ó usar semilla sana y certificada, una fertilización adecuada de potasio y poco nitrógeno para fortalecer paredes celulares, dar riegos ligeros y frecuentes para tener una buena humedad constante en el suelo, sin llegar al exceso, rotación de cultivos, esterilización de suelos ó sustratos a altas temperaturas ó químicos altamente tóxicos en invernadero y tratar las plántulas antes del transplante con fungicidas por inmersión de raíz de la planta (Grainage y Ahmed, 1988; Mendoza, 1996).

Mendoza (1996) menciona que el uso de la solarización del suelo durante cuatro a seis semanas de junio a julio ha dado buenos resultados en la inhibición de *Fusarium oxysporum* en Sinaloa y León y Arosamena, (1980) mencionan que se dispone de variedades que tienen tolerancia a *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* tales como Walter, Pole boy, MH-1 y los híbridos Bataota y Buenavista.

Extractos Vegetales Antimicrobiales

Importancia

Una buena alternativa para el manejo de enfermedades de los cultivo, con menor impacto en el ambiente y en la salud humana, es la utilización de productos de origen orgánico como son los extractos vegetales. Los estudios de efectividad biológica de este tipo de productos han cobrado mayor importancia, en años recientes, sobre todo para el control de plagas y enfermedades, las investigaciones han sido enfocadas en mayor proporción al combate de insectos, que a sus efectos sobre los microorganismos patógenos de plantas como son los hongos y bacterias (Lagunes *et al.*, 1984; Rodríguez, 2000).

Extractos vegetales como fungicidas

In Vitro

Existen reportes promisorios de evaluaciones “*in vitro*” de diversos extractos o aceites provenientes de plantas con actividad antifúngica.

La evaluación de extractos de crucíferas (brócoli, coliflor y col) sobre el crecimiento micelial de *R. solani in vitro*, mostraron que el extracto de coliflor fue la que inhibió el crecimiento micelial de *R. solani* con un 60.27% a los 6 días de incubación, seguido de la col con 42.2% y la del brócoli con 32.3% de inhibición (López y Sánchez, 1988).

Estudios con extractos etanólicos de hojaseén (*Flourensia cernua*), mejorana (*Origamun mejorana*), trompetilla (*Bouvarnia ternifolia*) y gobernadora (*Larrea tridentata*); contra *Phytophthora infestans* y *Rhizoctonia solani*, muestran que los extractos de hojaseén, mejorana y trompetilla tuvieron acción fungistática contra *R. solani*, inhibiendo el crecimiento micelial con respecto al testigo con un 70.8, 80.0 y 84.8% respectivamente. Contra *P. infestans* se logró un efecto fungicida con la mejorana; con hojaseén y trompetilla tubo acción fungistática de 67.3 y 35%. Los extractos de gobernadora resultaron con acción fungicida contra *P. infestans* y contra *R. solani*. (Gamboa, 2002).

López *et al.*, (2005) en evaluaciones *in vitro* mostró la inhibición del crecimiento micelial de *Fusarium oxysporum* Schlechtend. f. sp. *lycopersici* (Sacc.) Snyder and Hansen, *Rhizoctonia solani* Kuhn, Mediante extractos vegetales acuosos. Resultando que el extracto clavo (*Syzygium aromaticum*) al 5% inhibía un 96.2% a *F. oxysporum*, el extracto de gobernadora a 10% lo inhibía 92.7%, el extracto de mango al 10% lo inhibía un 69.2%, el extracto de canela al 10% lo inhibía un 63.6%, el extracto de ajo al 10% lo inhibía un 54% y el extracto de hojaseén al 10% lo inhibía un 53.7%.

Bernal *et al*, (2005) mostró que la especie *Lupinus exaltatus* a 20000 ppm era la única que inhibía un 84% a *F. oxysporum*, y a la concentración de 10000 ppm inhibía un 94% a *R. solani* y la especie de *Lupinus rotundiflorus* a 2500 ppm inhibió un 96% a *R. solani*.

En Invernadero

Residuos de las plantas de gobernadora (*Larrea tridentata*) y epazote (*Chenopodium ambrosioides*), se incorporaron al suelo, en una proporción de 10 g de residuo seco de cada una de las plantas, mas 90 g de suelo infestado con *R. solani*. Los resultados de los tratamiento de epazote + *R. solani* y gobernadora + *R. solani* presentan los mejores porcentajes de germinación de semilla 92.9 y 88% respectivamente, comparados con los testigos infestados con *R. solani* y *P. aphanidermatum* sin los residuos de las plantas, que mostraron un 16 y 8% de germinación de las semilla respectivamente (Salazar *et al.*, 1991).

En Campo

Existen pocos trabajos aplicados a este ámbito por ejemplo, Solís (2002), demostró la eficiencia de la aplicación en campo del extracto vegetal de *Heliopsis longipes* (chilcuage) en la inhibición de *F. oxysporum* en el cultivo de papa que provoco 0% de incidencia y severidad de marchitez por *F. oxysporum* en el cultivo de papa.

Componentes Bioactivos

Actualmente, los estudios tienden a concentrarse sobre nuevos componentes bioactivos como son los: terpenoides, alcaloides, flavonoides, taninos y polifenoles. (Lagunes *et al.*, 1984; Rodríguez y Sanabria, 2005; y Zamora *et al.*, 2006)

Dos terpenoides extraídos del epazote (*Chenopodium ambrosoides*), el cisp-menthadiene 1(7), 8 ol-2 y el ascaridol, muestran una fuerte actividad fungicida sobre *Sclerotium rolfsii* (hongo parásito del fríjol, zanahoria, sorgo y cacahuete) con una inhibición del 90%. Así también el girasol (*Helianthus annuus*) produce terpenoides antifúngicos, los ácidos kaurenoico y angeloylgrandiflorico, ambos inhibitorios del crecimiento de las hifas de *Verticillium dahliae* y de *Sclerotinium sclerotium* (Lagunes *et al.*, 1984).

Zamora *et al.* (2006) demostraron que con la aplicación de extractos del alcaloide lupanina a 5000 ppm inhibía un 91% el crecimiento micelial de *Rhizoctonia solani* pero no mostró efecto de inhibición en el crecimiento micelial de *Fol.*

Rodríguez y Sanabria (2005) determinaron la existencia de fenoles, a los que se les atribuyen funciones de defensa contra insectos, resistencia a parásitos y regulación de los procesos de crecimiento por interacción con hormonas vegetales, al igual que los alcaloides y terpenoides; de allí la importancia que tienen desde el punto de vista fitoquímico. La presencia de estos metabolitos secundarios en estas y otras especies de plantas representa un potencial para disminuir el uso de agroquímicos que no solo

atentan contra la ecología y la salud, sino que también permanecen en el medio ambiente por varios años.

Extractos vegetales estimulantes del crecimiento vegetal

Muy pocos estudios se han dirigido a conocer el efecto directo de los extractos vegetales en la estimulación del crecimiento vegetal de los cultivos, incluso algunos son resultados secundarios de evaluaciones cuyo objetivo principal era el control de enfermedades o probar el efecto aleloquímico de los extractos.

Algunos extractos han mostrado comportamiento similar a las auxinas que se comportan como reguladores de crecimiento a concentraciones bajas y como herbicida a concentraciones altas (Rojas y Ramírez, 1993)

Layne y Méndez (2006) evaluaron extractos acuosos del follaje del corocillo (*Cyperus rotundus* L.) sobre germinación y crecimiento de plántulas de ajonjolí resultando que a 0.5 y 1% del extracto estimularon la germinación de semillas, la altura de planta y longitud de radícula y a 1.5 y 2.0% se inhibió la germinación, la altura de planta y longitud de radícula.

Pope y Thompson (1984) probaron que el extracto acuoso de *Sida spinosa* reducía el desarrollo de la soya y el nabo pero estimulaba el crecimiento del tomate.

Actividad fungicida, compuestos químicos y usos de las especies bajo estudio

• *Agave lechuguilla* Torr. (lechuguilla)

- Actividad fungicida

Galván *et al.* (2007) determinaron el efecto antifungico de esta especie, evaluándola *in vitro* y resulto que a 4000 ppm inhibía a *C. gloesporoides* (100%), *A. alternata* (66.4%) y *Rhizopus* sp. (78.9%).

- Compuestos químicos

En el género *Agave* se han identificado varias sapogeninas como: hecogenina, manogenina, yucagenina, agavogenina, sarsasapogenina, texogenina, esmilagenina, gitogenina, tigogenina, y clorogenina. (Hernández *et al.*, 2005). Los primeros estudios sobre la composición de *Agave lechuguilla* encontraron la presencia de esmilagenina y gitogenina con rendimientos de 5 y 0.6 g kg⁻¹ en base seca respectivamente. En la lechuguilla se ha reportado la presencia de esmilagenina (sapogenina esteroidal) que es un precursor esteroidal, además de 8 especies de sapogeninas, más; yucagenina, gitogenina, hecogenina, tigogenina, diosgenina, gentrogenina, clorogenina y ruizgenina (Blunden *et al.*, 1980), por lo que podría emplearse como fuente de esteroides, para la elaboración de cortisona (antiinflamatorio), e incluso estrógeno y progesterona, o bien como suplemento alimenticio en la engorda de borregos debido a que sus hojas contienen entre 1 y 2% del peso seco de saponinas esferoidales (Hernández *et al.*, 2005).

- Usos comunes de la planta

El *A. lechuguilla* es aprovechado fundamentalmente en la obtención de fibra al igual que la *Yucca carnerosana*; pero la fibra obtenida de *Yucca* es más corta, menos resistente y más oscura por lo que se vende a menor precio. Como aprovechamiento secundario de este agave, el residuo de la penca o del cogollo tallado así como la raíz, se dejan remojar en agua para la obtención de jabón, ya que tiene un alto contenido de saponinas; éste se usa para baño personal, lavado de ropa y utensilios. La extracción de la fibra de *A. lechuguilla*, llamado “ixtle”, se ha llevado acabo desde 1741; se hace tradicionalmente a mano (Granados, 1999).

• *Larrea tridentata* Sesse & Moc. ex DC. (gobernadora)

- Actividad fungicida

Fernández *et al.* (1979) en evaluaciones de extractos metanólicos de gobernadora. *in vitro* contra *Fusarium oxysporum* a 1000 ppm inhibieron un 76% el crecimiento micelial del hongo. Bernal *et al.* (2005), mostraron que la aplicación del extracto acuoso de gobernadora al 10% *in vitro* inhibía un 92.7% el crecimiento micelial de *Fol* y Lira *et al.* (2001) demostraron que mediante la aplicación del extracto resinoso de gobernadora *in vitro*, se inhibió 100% a *Rhizoctonia solani*, patógeno de suelo.

La evaluación en campo, demostró que la aplicación del extracto de gobernadora en el cultivo de tomate, es eficiente en un 70% sobre la incidencia de *Botrytis cinerea*, con respecto que al testigo absoluto (Holguin, 2005).

- Compuestos químicos

El género *Larrea* es una fuente notable de productos naturales. Datos químicos comparativos incluyen 67 constituyentes volátiles los cuales representan 90% de aceite volátil obtenidos por destilación de vapor de hojas frescas de esta especie. La resina que cubre la superficie externa de las hojas proporciona 19 aglicon-flavonoides, mas diversos lignanos, incluyendo notablemente el poder antioxidante del acido nordihydroguayarético (NDGA). Algunos flavonoides glicosidos, sapogeninas y ceras (Mabry *et al.*, 1981).

- ***Chenopodium quinoa* Willd. (quinua)**

- Actividad fungicida

A la fecha no se han reportado trabajos para el control de hongos.

- Compuestos químicos

Algunos compuestos que se han encontrado son: saponinas, aminoácidos (proteínas) (Soliz, 2002 y Jasso *et al.*, 2004).

- Usos comunes de la planta

La quinua tiene una historia distinguida y larga en la historia de los Andes, cultivada extensivamente en la región desde hace 5000 años para consumo humano

(Tapia, 1985). Esta especie por su calidad nutritiva y por su amplio rango de adaptación a los diferentes ecosistemas, podría ser una alternativa en la producción de forrajes en las zonas semiáridas.

- ***Flourensia cernua* DC. (hojasén)**

- **Actividad fungicida**

Evaluaciones *in vitro* del efecto antifúngico de extractos de esta especie, demostraron que la dosis de 4000 y 5000 ppm inhibían a *Colletotrichum gloesporoides* en 84.8 y 86.7%, *Alternaria alternata* 90.6 y 91.6% y *Rhizopus* sp. 90.6 y 91.6%. Respectivamente, (Galván *et al.*, 2007). Así mismo dosis de 2000 ppm inhiben el crecimiento micelial de *Fusarium oxysporum* en un 95.9% (Solís *et al.*, 2005).

La aplicación *in vitro* del extracto etanólico de esta especie, a 1000 ppm inhibe el crecimiento micelial de *Alternaria alternata* 72.89%, de *Colletotrichum gloesporioides* 69.98% y de *Penicillium digitatum* 84.45% (Sandoval, 2005).

Gamboa *et al*, (2003). Demostraron *in vitro* que mediante la aplicación del extracto de *Flourensia cernua* a 20,000 ppm, se inhibía el crecimiento radial en un 84.78% de *Rhizoctonia solani* y un 67.28% de *Phytophthora infestans* a las 96 horas de incubación. El uso de *Fluorensia cernua* DC. en el cultivo de papa en el sureste del estado de Coahuila provocaron inhibición sobre el complejo de hongos que ocasionan el damping off (*Fusarium* sp, *Rhizoctonia solani* y *Phytophthora infestans*), (Castro, 1985).

- Compuestos químicos

La extracción de compuestos activos se realiza utilizando diferentes solventes como hexano, éter dietílico y etanol, con hexano se liberan monoterpenoides, con éter y etanol sesquiterpenoides, demostrando que el etanol es mas eficiente para la extracción de compuestos (Tellez *et al.*, 2001).

Los extractos de hojasén no solo contiene compuestos químicos fungicidas ó insecticidas, ciertos estudios mostraron que también tiene compuestos químicos que inhiben el crecimiento de otras plantas (Mata *et al.*, 2003).

- Usos comunes de la planta

En la actualidad los campesinos de nuestro país utilizan esta especie como remedio para problemas digestivos y problemas gastrointestinales (Vines, 1974; Gamboa *et al.*, 2003). También es utilizada para cercas vivas y protección de cultivos, ocupada en el área rural para la construcción de techos y paredes (Vines, 1974) en lugares de engorda de ganado esta planta es considerado como maleza y hacen todo lo posible por erradicarla (Cavazos, 1984; Diaz, 1985).

- ***Yucca carnerosana* Trel. (yuca)**

- **Actividad fungicida**

Hasta el momento no se han reportado trabajos de la actividad fungicida con esta especie.

- **Compuestos químicos**

Algunos de los compuestos que se han encontrado son: sapogeninas esteroidales y ácido ascórbico (Roman, 1980).

- **Usos comunes de la planta**

En la actualidad un numeroso grupo de familias campesinas de los estados de Zacatecas y San Luis Potosí, viven casi exclusivamente de la producción de la fibra extraída de las hojas tiernas o “cogollo”, la fibra es llamada “ixtle de palma”. Es muy empleada localmente para elaborar artículos de jarciería y cordelería. Otras especies son utilizadas para la construcción de paredes con los troncos y techadas con las hojas, para corrales de ganado llegan a formar setos vivos impermeables, de la raíz se elaboran jabones, las flores y frutos (indebidamente llamadas dátiles) de algunas especies son comestibles tanto para el hombre como para el ganado, también son utilizadas en la ornamentación de parques, jardines y taludes de carreteras. En Estados Unidos se han obtenido sapogeninas utilizables en la manufactura de sustancias esteroides a partir de las semillas (Matuda y Piña, 1980).

**Efecto de Extractos de Plantas del Semidesierto Contra *Fusarium oxysporum*
Schlechtend *In vitro* y en Plantas de Tomate**

**Semidesert plant extracts effect against *Fusarium oxysporum* Schlechtend *in vitro*
and in tomato plants**

José Omar Cárdenas-Palomo, Diana Jasso-Cantú, Raúl Rodríguez-García, Francisco
Daniel Hernández-Castillo, José Ángel Villarreal-Quintanilla y Susana Solís Gaona

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, CP
25315, México. Correspondencia: cardenasjomar@gmail.com

Resumen

En el presente estudio se trabajó con dos dosis de extractos etanólicos de una especie cultivada (quinua) y cuatro especies del semidesierto (yuca, lechuguilla, gobernadora y hojasén) contra *Fusarium oxysporum* en tomate con los objetivos de: a) evaluar el crecimiento micelial *in vitro* de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopercisi* (*Fol*) por infusión en papa dextrosa agar (PDA), b) determinar la incidencia de marchitez por *Fol* y crecimiento en plántulas y c) determinar la incidencia y severidad de marchitez por *Fol* así como rendimiento. Las concentraciones de los extractos fueron de: 2,000 y 4,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ para *Yucca carnerosana* y *Agave lechuguilla*; 1,000 y 2,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ para *Larrea tridentata* y *Chenopodium quinoa*; 500 y 1,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ para *Flourensia cernua*. Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. Se encontró que: a) Los extractos de *L. tridentata* y *F. cernua* inhibieron ($P \leq 0.01$) el crecimiento micelial *in vitro* de *Fol*. b) La mayoría de los extractos no mostraron incidencia de *Fol* en plántula a

excepción de quinua a 2,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ (50%) a los 45 días después de la siembra (DDS), que mostró igual incidencia que el testigo inoculado. Respecto a variables de crecimiento, el extracto de *Y. carnerosana* a 2,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ promovió la mayor altura de tallos, el de *L. tridentata* a 1,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ fue el más eficiente ($P \leq 0.05$) para incrementar ancho de corteza, diámetro central de tallo, y a 2,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ aumentó 20.9% el diámetro de tallos ($P \leq 0.05$) a los 45 DDS. El diámetro central de tallos aumentó con los extractos de *A. lechuguilla* a 4,000 $\mu\text{l l}^{-1}$, *L. tridentata* a 2,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ y *Ch. quinoa* a 1,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ ($P \leq 0.05$). c) El extracto de *F. cernua* a 1,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ no presentó incidencia de *Fol*, y el de Yuca a 2,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ presentó solamente 25 %. Los extractos de *Y. carnerosana* a 2,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ y *F. cernua* a 500 $\mu\text{l l}^{-1}$ aumentaron el rendimiento de frutos un 69.8 y 35.5% respectivamente ($P \leq 0.01$) y provocaron precocidad de cosecha en comparación del testigo absoluto.

Palabras clave: Extractos etanólicos, *Lycopersicon esculentum*, inductores de tolerancia, *Fusarium oxysporum*, *Flourensia cernua*, *Yucca carnerosana*, *Larrea tridentata*, *Chenopodium quinoa*, *Agave lechuguilla*.

Abstract

Two concentration of one cropping specie (quinua) and four semidesert species (yuca, lechuguilla, gobernadora y hojásén) were evaluated on *Fusarium oxysporum* in tomato. The objectives were: a) To evaluate the extracts effect *in vitro* of the mycelial growth of *Fusarium oxysporum* (*Fol*) in potato dextrose agar (PDA) infusion on Petri dishes. b) To determine *Fol* incidence in tomato seedling growth, c) To determine *Fol* incidence and severity in tomato yield. The concentrations of extracts were: 2,000 and 4,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ for

Yucca carnerosana (yuca) and *Agave lechuguilla* (lechuguilla); 1,000 and 2,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ for *Larrea tridentata* (gobernadora) and *Chenopodium quinoa* (quinua); 500 and 1,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ for *Flourensia cernua* (hojasen). A complete random design with four repetitions was used. The results were: a) *L. tridentata* and *F. cernua* extracts inhibited *in vitro* *Fol* mycelial growth. b) The extracts did not showed *Fol* incidence in seedling, however quinua extract (2,000 $\mu\text{l l}^{-1}$) showed 50% of incidence at 45 days after sowing (DAS), and presented similar incidence that the inoculated control. Concerning the growing variables, *Y. carnerosana* extract (2,000 $\mu\text{l l}^{-1}$) promoted highest stem height, *L. tridentata* (1,000 $\mu\text{l l}^{-1}$) was the most efficient ($P\leq 0.05$) to increase bark thickness and stem central diameter, and at 2,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ it increased stem diameter (20.9%) ($P\leq 0.05$) at 45 DAS. The stem central diameter was increased by *A. lechuguilla* at 4,000 $\mu\text{l l}^{-1}$, also *L. tridentata* at 2,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ and *Ch. quinoa* at 1,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ ($P\leq 0.05$). c) The *F. cernua* extract (1,000 $\mu\text{l l}^{-1}$) did not have *Fol* incidence and *Y. carnerosana* extract (2,000 $\mu\text{l l}^{-1}$) had only 25 %. The *Y. carnerosana* (2,000 $\mu\text{l l}^{-1}$) and *F. cernua* at 500 $\mu\text{l l}^{-1}$ extracts increased tomato yield in 69.8 and 35.5%, respectively ($P\leq 0.01$) and promoted early harvest.

Additional keywords: plant extract, *Lycopersicon esculentum*, tolerance inductors, *Fusarium oxysporum*, *Flourensia cernua*, *Yucca carnerosana*, *Larrea tridentata*, *Chenopodium quinoa*, *Agave lechuguilla*.

INTRODUCCIÓN

Por su valor económico el tomate es la hortaliza que ocupa el primer lugar a nivel mundial, su demanda se incrementa continuamente y con ella la superficie cultivada. En

México, el tomate es considerado como la segunda especie hortícola en importancia por la superficie sembrada y la primera por el valor de su producción (Valadez, 1997). Los principales factores para incrementar el rendimiento del cultivo de tomate, son la nutrición (Cook, 1992) y la sanidad del cultivo (Rodríguez, 2004), el cual se ve afectado por diversos microorganismos fitopatógenos, dentro de los que destaca *Fusarium oxysporum*, patógeno de suelo que ocasiona pérdidas en producción de plántula y planta adulta (León y Arosamena, 1980; Mendoza, 1996; Apodaca *et al.*, 2002). El uso de compuestos tóxicos de alta residualidad para el control de esta enfermedad, ha generado consecuencias indeseables al medio ambiente y a la salud humana (Primavesi, 1988; Whalen *et al.*, 2003). Los organismos fitopatógenos tienden a desarrollar resistencia a la aplicación de agroquímicos debido a la presión de selección ocasionada por las altas dosis y número de aplicaciones (Brent y Hollomon, 1998; Baraldi *et al.*, 2003; Hernández *et al.*, 2005a). Una alternativa al uso de agroquímicos es la aplicación de productos orgánicos, los cuales son degradados rápidamente, ya que pueden ser asimilados por la planta y otros microorganismos del suelo por lo que no afectan al medio ambiente. En este ámbito, los metabolitos secundarios de plantas poseen efecto de protección contra patógenos y pueden ser sintetizados después de una infección por dichos patógenos (fitoalexinas) o estar presentes en la planta antes de que exista la infección (Vivanco *et al.*, 2005; Field *et al.*, 2006). Se han realizado evaluaciones *in vitro* de extractos de plantas efectuados con diferentes solventes contra *Fusarium oxysporum* (Bernal *et al.*, 2005; Solís *et al.*, 2005; Zamora *et al.*, 2005; Guerrero *et al.*, 2007). Los resultados mostraron que solo algunos de ellos inhibieron el crecimiento de *Fusarium oxysporum* (Solís *et al.*, 2005). Por otra parte, algunos compuestos que protegen eficazmente de infecciones fúngicas a la planta, pueden mostrar poca actividad

en estudios de evaluación *in vitro*, tal vez debido a que su función sea promover que la planta tratada produzca sustancias inductoras de resistencia a enfermedades como fitoalexinas (Mendoza, 1989; Vivanco *et al.*, 2005; Rodríguez y Sanabria, 2005), ó sustancias con actividad antioxidante (Sepúlveda *et al.*, 2003) o bien como sustancias reguladoras de crecimiento vegetal y calidad de fruto (Solís, 2002; Rodríguez y Sanabria, 2005). Por lo anterior, los objetivos del presente trabajo fueron evaluar el efecto de dos dosis de extractos etanólicos de cuatro especies de plantas del semidesierto Mexicano y de una especie cultivada, en la inhibición micelial *in vitro* de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, y determinar el efecto de dos dosis y cuatro extractos en la intensidad de marchitez de plántulas de tomate por *Fusarium*, así como evaluar el efecto de las dosis y extractos en el crecimiento de plantas y producción de tomate.

MATERIALES Y MÉTODOS

Aislamiento y purificación de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Fol)

El patógeno fue aislado de plantas de tomate con síntomas típicos de marchitamiento vascular, esto es; amarillamiento unilateral, achaparramiento y marchitez (Mendoza, 1996), cultivado en cajas Petri con medio de cultivo papa dextrosa agar (PDA) (Dibico) (Tello *et al.*, 1991), se incubó a 27 °C. Se obtuvieron cultivos puros a partir de una espora (monospóricos) y se identificó con las claves de Burgess, (1988). Para corroborar la patogenicidad de las cepas aisladas, se inocularon a los 19 días después de la siembra (DDS) en plántulas de tomate variedad Floradade, el método de inoculación fue por inmersión de raíces (Apodaca *et al.*, 2002) en una suspensión de esporas de 5×10^5 conidias por mililitro. Durante 15 días se evaluó la incidencia en plántulas y se

seleccionó la cepa que presentó colonización del sistema vascular (Jímenez *et al.*, 2005; Cashinero *et al.*, 2002).

Colecta del material vegetal

La colecta de hojas de *Agave lechuguilla* Torr. (lechuguilla), *Yucca carnerosana* Trel. (yuca), *Larrea tridentata* Sesse & Moc. ex. DC. (gobernadora) y *Flourensia cernua* DC. (hojasén) se realizó a 20 km de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) sobre la carretera 54 Saltillo a Zacatecas, las semillas de *Chenopodium quinoa* Willd. (quinua) se obtuvieron de material cosechado en el campo experimental Buenavista de la UAAAN.

Obtención de extractos

Las hojas de lechuguilla y yuca se cortaron en porciones de 1 cm, se colocaron por 24 h a -18 °C y enseguida se molieron en licuadora. Se colocó el material vegetal en frascos de 4 L color ámbar y con etanol en proporción 1:2 (vol:vol) material vegetal-solvente. A continuación la mezcla se puso en agitación a 150 rpm en un baño de agitación mecánica (marca Brickman) durante 22 h a temperatura ambiente, al terminar se filtró el extracto sobre papel Whatman No. 1. La gobernadora y hojasén tuvieron el mismo proceso de extracción que lechuguilla y yuca, excepto que las hojas no se molieron. El extracto de quinua se obtuvo en extractor soxhlet utilizando un dedal de celulosa (Whatman 33 X 80 mm) donde se depositaron 18.3 g de semillas molidas en molino mecánico (Arthur H. Thomas Wiley, Model 4), las que fueron extraídas con etanol. La separación del solvente de la resina para todas las especies fue en rotavapor (marca Buchii).

Evaluación *in vitro*

Se realizó por el método del medio de cultivo envenenado, adicionándose los tratamientos al medio de cultivo PDA; los tratamientos evaluados fueron: 500 y 1,000 µl

l^{-1} de *Flourensia cernua* (hojasén); 1,000 y 2,000 $\mu l l^{-1}$ para *Larrea tridentata* (gobernadora) y *Chenopodium quinoa* (quinua); 2,000 y 4,000 $\mu l l^{-1}$ de *Yucca carnerosana* (yuca) y *Agave lechuguilla* (lechuguilla); testigo comercial (benomilo) a 500 y 1,000 $\mu l l^{-1}$ y el testigo absoluto (con solo PDA). Una vez gelificado el PDA con el tratamiento respectivo, se depositó un disco de micelio de 5 mm en el centro de la caja Petri, las que se incubaron a 27 °C; los datos de crecimiento micelial se tomaron a 48 y 96 h de incubación. El porcentaje de inhibición se determinó en base al crecimiento diametral de *Fol* en el testigo absoluto, tomando con un vernier dos lecturas en cruz por cada caja Petri, siendo la media de esta el resultado de una repetición. Las medias se transformaron a porcentaje de crecimiento considerando el crecimiento micelial (*Fol*) del testigo absoluto como 100% de crecimiento ó 0% de inhibición y se estimó la diferencia para los extractos y el testigo comercial. En total se evaluaron trece tratamientos con tres repeticiones utilizando un diseño completamente al azar. Se realizó el ANVA de los datos de inhibición y comparación de medias por DMS a 0.01 nivel de confianza, usando el paquete estadístico SAS versión 6.12 (SAS Institute, Inc., 1996).

Evaluación en plántula

Se llevó a cabo bajo condiciones de invernadero en charolas de poliestireno de 200 cavidades, con sustrato peat-moss previamente esterilizado, se utilizaron plántulas de tomate variedad Floradade de crecimiento determinado. La aplicación se realizó a los 15 DDS para lo cual se sumergieron las charolas en las concentraciones de extractos que fueron las mismas que se utilizaron *in vitro*, más el testigo absoluto y el testigo inoculado, pero solo un testigo comercial a la dosis de 1,000 $\mu l l^{-1}$, dando un total de trece tratamientos. La inoculación del patógeno se efectuó a los 19 DDS, por inmersión de raíces en una suspensión de esporas de *Fol* a una concentración de 5×10^5 conidias ml^{-1}

¹ (Apodaca-Sanchez *et al.*, 2002 y Jiménez *et al.*, 2005). La incidencia de la enfermedad se midió en porciento de plántulas enfermas del total de plántulas por tratamiento a los 25 y 45 DDS. Se tomaron datos de altura de plántula midiendo desde el cuello de la raíz hasta la punta del ápice central, con una cinta métrica flexible escala de 0 a 150 cm, con una resolución milimétrica. El diámetro del tallo se cuantificó con un vernier digital escala 0 a 12 cm con una resolución de décima de mm, a los 25 y a los 45 DDS respectivamente y se tomaron mediciones de ancho de corteza y diámetro central de tallo observadas por microscopía óptica (Tallitos) para lo cual se utilizó un microscopio óptico marca Olympus modelo BX60. Se utilizó un diseño completamente al azar, con 13 tratamientos (cinco extractos a dos concentraciones, un testigo absoluto, un testigo inoculado y un testigo comercial) con cuatro repeticiones cada uno considerando una planta por repetición. La comparación de medias se realizó por DMS a 0.05 nivel de confianza, usando el paquete estadístico SAS versión 6.12 (SAS Institute, Inc., 1996).

Evaluación de plantas en producción

Semillas de tomate variedad Floradade de crecimiento determinado se germinaron en charolas de poliuretano y fueron transplantadas a los 45 días después de la siembra a macetas de 10 L con una mezcla de sustrato peat-moss, perlita y vermiculita (4:2:1), el experimento se llevó a cabo bajo condiciones de invernadero, mediante un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones, una planta por cada repetición. La aplicación de los tratamientos descritos en la evaluación en plántulas, fue al momento del trasplante y a los 45 días después del trasplante (DDT). La inoculación de *Fol* se realizó 5 DDT con una suspensión de 5×10^5 conidias ml^{-1} , dirigida a la base del tallo (Jiménez *et al.*, 2005). Se midió el Índice de Intensidad de Marchitez por *Fusarium*

(IIMF) (Cashinero *et al.*, 2002) a los 150 DDT, el cual muestra la proporción de la enfermedad; este se estimó con la Ecuación 1:

$$\text{IIMF} = ((\sum Si \times Ni) / (4 \times Nt)) \times 100 \quad \text{Ec. 1}$$

Donde *Si* es igual a síntomas de severidad, *Ni* es el número de plantas con *Si*, *Nt* es el número total de plantas por tratamiento; los síntomas de severidad se determinaron de acuerdo a modificación de la escala previamente usada por Cashinero *et al.* (2002), desarrollada en función al grado de follaje con clorosis o marchitez y necrosis color café en conductos vasculares; esto es: 0 = 0%, 1 = 1 a 25% de follaje con síntomas, raíces terciarias afectadas, 2 = 26 a 50% de follaje con síntomas, raíces secundarias afectadas, 3 = 51 a 75% follaje con síntomas, raíz principal y tallo afectados, 4 = 76 a 100% (planta muerta). Respecto a la evaluación de rendimiento, se obtuvo rendimiento de frutos a los 91, 105, 123 y 150 DDT. Se realizó el ANVA y comparación de medias de los datos, por DMS a 0.01 nivel de confianza, usando el paquete estadístico SAS, versión 6.12 (SAS Institute, Inc., 1996).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Inhibición micelial de *Fusarium oxysporum*

El extracto de gobernadora a 1,000 y 2,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ mostró 100% de inhibición de *Fol* a las 48 y 96 h (Cuadro. 1), siendo estadísticamente ($p \leq 0.05$) similar al testigo comercial (benomilo) en sus dos concentraciones, el segundo mejor extracto fue hojasén a 1,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ y 500 $\mu\text{l l}^{-1}$ ya que inhibió a las 48 h un 60 y 54% respectivamente, a las 96 h se acentuó este efecto hasta un 78 y 73.3% respectivamente y el extracto de yuca a 4,000 $\mu\text{l l}^{-1}$

I¹ presentó únicamente 18% de inhibición del crecimiento micelial de *Fol*, mientras que los extractos de lechuguilla y quinua mostraron mayor crecimiento micelial que el testigo. Nuestros resultados corroboraron el efecto antifúngico del extracto de gobernadora; Los resultados descritos por Mabry *et al.* (1981), Lira *et al.* (2001) y Gamboa *et al.* (2003) mostraron que la aplicación del extracto resinoso de gobernadora *in vitro*, inhibe 100% a *Rhizoctonia solani*, patógeno de suelo de características taxonómicas distintas a *F. oxysporum*. Los extractos acuosos de hojaseén, requirieron altas concentraciones (10%) para inhibir en 57% de crecimiento micelial de *F. oxysporum* (López *et al.*, 2005), por el contrario, el extracto etanólico de extracción secuenciada con hexano y éter dietilo mostraron mayor efectividad para inhibir a *F. oxysporum* con 95.9% a 2,000 µl I¹ (Solís *et al.*, 2005), por lo que se asume que los compuestos sesquiterpenoides (Tellez *et al.*, 2001) extraídos con etanol poseen actividad fungistática. Los compuestos reportados en los extractos de yuca, lechuguilla y quinua son saponinas (Hernández *et al.*, 2005b; Jasso *et al.*, 2004; Soliz, 2002), además de ácido ascórbico en yuca (Roman, 1980), dado que en otros trabajos se reporta que las saponinas son compuestos que exhiben protección contra muchos patógenos de plantas (Mert-Turk, 2006), la incapacidad para inhibir el crecimiento *Fol* patógeno de estos extractos puede ser debido a que el patógeno detoxificó el ingrediente activo, comportamiento comprobado en el caso de *F. oxysporum* por Osbourn (1996).

Incidencia de la enfermedad en plántula

A los 25 DDS no se presentaron síntomas de marchitez vascular por *Fol* en las plántulas de tomate en ninguno de los tratamientos. A los 45 DDS la mayoría de los tratamientos con extractos vegetales presentaron 0% de incidencia del patógeno en plántulas mientras que en el testigo inoculado se tuvo 50% de incidencia de la enfermedad, similar a la

obtenida con el extracto de quinua 2,000 $\mu\text{l l}^{-1}$; el testigo comercial Benomilo obtuvo 25% de incidencia (Fig. 1). La efectividad de los extractos vegetales para inhibir el desarrollo de la enfermedad a los 45 DDS, indica que los diferentes metabolitos secundarios presentes en ellos como son; sesquiterpenoides en hojásén (Tellez *et al.*, 2001), sapogeninas esteroidales y ácido ascórbico en yuca (Roman, 1980), fenoles y flavonoides en gobernadora (Mabry *et al.*, 1981), saponinas a baja concentración en quinua (Jasso *et al.*, 2004; Soliz, 2002) y sapogeninas en lechuguilla (Hernández *et al.*, 2005b), tienen la misma capacidad antifúngica. Esta capacidad atribuida a compuestos de tipo terpenoides, fenoles y flavonoides ha sido comprobada en otros estudios. (Mabry *et al.*, 1981; Field *et al.*, 2006). Las resinas de extractos etanólicos de tres especies vegetales diferentes a este trabajo, pero con compuestos similares a los de gobernadora y hojásén, resultaron efectivos para disminuir la incidencia de *R. solani* en maíz (Rodríguez y Sanabria, 2005). El extracto de gobernadora utilizado para el control de *Botrytis cinerea*, indujo menor incidencia de la enfermedad que la observada en el testigo comercial y el testigo absoluto (Holguin, 2005).

Variables de crecimiento vegetal de plántula

A los 25 DDT no se detectaron síntomas o signos de la enfermedad en ninguno de los tratamientos, por lo que las diferencias en crecimiento se consideran que son debidas al efecto de los extractos. En relación a el diámetro de tallo no se encontró diferencia entre tratamientos (Cuadro 2), no así en la altura de plantas, donde los extractos de lechuguilla a 4,000 $\mu\text{l l}^{-1}$, gobernadora 1,000 $\mu\text{l l}^{-1}$, yuca 2,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ y testigo comercial tuvieron un incremento ($p \leq 0.05$) de 25.4, 26.3 21.87 y 25.4% respectivamente en relación al testigo absoluto. A los 45 DDT se encontraron diferencias significativas en diámetro y altura de plántulas, a excepción de los tratamientos testigo inoculado, testigo comercial, quinua

2,000 $\mu\text{l l}^{-1}$, en los que se detectó incidencia de *Fol*, las diferencias en las variables de crecimiento son atribuidas a los extractos vegetales. Los extractos de lechuguilla 4,000, gobernadora 2,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ y quinua 1,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ tuvieron mayor diámetro que el testigo absoluto en un 4.2, 11.79 y 6.1% respectivamente. En altura de planta el crecimiento más notorio fue provocado por los extractos de yuca a 2,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ y yuca a 4,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ con aumento de un 11.46% y un 7.9% con respecto al testigo absoluto, por otra parte se observó una capacidad inhibitoria de crecimiento de los tratamientos de gobernadora 2,000 $\mu\text{l l}^{-1}$, quinua 1,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ y 2,000 $\mu\text{l l}^{-1}$, hojásén 500 y 1,000 $\mu\text{l l}^{-1}$, debido a que las alturas fueron menores al testigo absoluto. Los anteriores resultados mostraron que los extractos vegetales de estas plantas bajo estas dosis pueden promover o limitar el crecimiento vegetativo, como es el caso de la hormona giberelina la cual es la responsable del incremento de altura en las etapas de desarrollo del cultivo de tomate (Rojas y Ramírez, 1993). En ancho de corteza de tallo, el tratamiento que estadísticamente resultó ser mayor que el testigo absoluto fue el extracto de gobernadora a 1,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ (49.72%). La lechuguilla a 2,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ (18.23%) y gobernadora 2,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ (10.50%) (Cuadro 3). En relación al diámetro central de tallo, el testigo inoculado se vio afectado por *Fol* en comparación al testigo absoluto, en un 21.9% (Cuadro 3), así mismo los extractos que fueron estadísticamente mayores que el testigo absoluto fueron, gobernadora 2,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ (19.45%), quinua 1,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ (19.20%) y lechuguilla 4,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ (17.83%) (Cuadro 3). De la misma forma que en la incidencia, la efectividad de los extractos vegetales puede ser explicada por los tipos de metabolitos secundarios y las dosis presentes en los extractos. En ese sentido los extractos y las dosis de lechuguilla 4,000 $\mu\text{l l}^{-1}$, gobernadora 1,000 $\mu\text{l l}^{-1}$, yuca 2,000 y 4,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ fueron los que mostraron mayor consistencia como inductores de crecimiento a los 25 y 45 DDS, así mismo los

extractos de hojásén y quinua mostraron inhibición de crecimiento. La capacidad inductora de crecimiento puede ser atribuida a las sapogeninas esteroideas y ácido ascórbico en yuca (Roman, 1980) y a las sapogeninas en lechuguilla (Hernández *et al.*, 2005b) por el contrario los sesquiterpenoides en hojásén (Tellez *et al.*, 2001) y las saponinas en quinua (Jasso *et al.*, 2004) inhiben el crecimiento, por otra parte los fenoles y flavonoides de la gobernadora inducen crecimiento en diámetro de tallo pero inhiben la altura de la planta. Los resultados mostraron que los compuestos de los extractos le confirieron a las plántulas de tomate, la función extra de regulación de crecimiento (Rodríguez y Sanabria, 2005; Rojas y Ramírez, 1993).

Índice de intensidad de marchitez por *Fol* en plantas de tomate

La intensidad de enfermedad es el índice más preciso de la eficiencia de los tratamientos sobre el nivel de enfermedad, en la (Fig. 2) se aprecia que a los 150 DDT a excepción del extracto de quinua 2,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ que presentó un valor del índice de más del doble que el testigo inoculado, los extractos restantes mostraron menor índice de intensidad que el testigo inoculado. El tratamiento más eficiente en el control de *Fol*, fue el extracto de hojásén a 1,000 $\mu\text{l l}^{-1}$, que tuvo un índice de 0, siguiéndole en orden de intensidad el extracto de yuca 2,000 $\mu\text{l l}^{-1}$, gobernadora 2,000 $\mu\text{l l}^{-1}$, hojásén 500 $\mu\text{l l}^{-1}$; los valores del índice de la enfermedad de los extractos mencionados son 18.8, 25, y 35 respectivamente. La efectividad de un extracto puede ser explicado por dos acciones, el efecto antifúngico (Solís *et al.*, 2005) y por efecto de inducción de resistencia a la enfermedad en la planta (Rodríguez y Sanabria, 2005). En la evaluación *in vitro*, los extractos de hojásén 1,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ y gobernadora 2000 $\mu\text{l l}^{-1}$, tuvieron una alta inhibición del crecimiento micelial de *Fol*, no siendo este el caso para el extracto de yuca 2,000 $\mu\text{l l}^{-1}$, que tuvo baja inhibición. La mayor actividad del extracto de yuca en planta puede ser

debido, a que el ácido ascórbico presente en este extracto, activó respuestas de defensa de las plantas al mantener el estado de oxido-reducción en las células vegetales (Sepúlveda *et al.*, 2003). El extracto de quinua $2,000 \mu\text{l l}^{-1}$, promovió al igual que en la evaluación *in vitro*, la mayor intensidad del patógeno, mostrando un comportamiento estable en la evaluación en plántula y en planta en producción. Osbourn (1996) y Mert (2006), reportan que *Fol* produce la enzima tomatinasa que detoxifica o degrada a la saponina fitoalexina del tomate α -tomatina, lo cual pudiera explicar el comportamiento de este tratamiento, también citan que las sapogeninas presentan mayor estabilidad, por lo que será mas difícil al hongo detoxificarlas.

Evaluación de rendimiento

Las plantas inoculadas tuvieron un rendimiento de 345 g por planta (Cuadro 4). Los tratamientos de gobernadora $2,000 \mu\text{l l}^{-1}$, hojaseén $1,000 \mu\text{l l}^{-1}$, yuca $4,000 \mu\text{l l}^{-1}$ y quinua $2,000 \mu\text{l l}^{-1}$, provocaron un rendimiento inferior al testigo absoluto (53.87, 65.01, 52.95 y 60.35 % menos, respectivamente) (Cuadro 4). El menor rendimiento podría ser atribuido principalmente a un efecto de inhibición de crecimiento causado por los extractos y no debido a la intensidad de marchitez por el patógeno, que en los tres tratamientos fue muy baja. El menor rendimiento del tratamiento quinua $2,000 \mu\text{l l}^{-1}$, es atribuido a la mayor intensidad de marchitez por *Fol*. Los tratamientos yuca $2,000 \mu\text{l l}^{-1}$, hojaseén $500 \mu\text{l l}^{-1}$, gobernadora $1,000 \mu\text{l l}^{-1}$, lechuguilla $4000 \mu\text{l l}^{-1}$ y quinua $1000 \mu\text{l l}^{-1}$ tuvieron un rendimiento mayor que el testigo absoluto; 69.80, 35.51, 23.94, 18.25 y 8.13% respectivamente (Cuadro 4). El rendimiento en estos tratamientos, indica que los extractos tuvieron un efecto principal como promotores de rendimiento, siendo mas significativo por orden de importancia el efecto de yuca $2,000 \mu\text{l l}^{-1}$, hojaseén $500 \mu\text{l l}^{-1}$ y gobernadora $1,000 \mu\text{l l}^{-1}$. Los resultados mostraron que las concentraciones menores de

los extractos de gobernadora, quinua, hojásén y yuca inhibieron al patógeno y fueron promotores de rendimiento, por otra parte, las altas concentraciones de los extractos inhibieron al patógeno y también el rendimiento, a excepción del tratamiento de quinua 2,000 $\mu\text{l l}^{-1}$, donde la inhibición del rendimiento fue debido a la infestación del patógeno. Las fechas de cosecha establecidas en la evaluación, permitieron detectar el efecto de los extractos en la precocidad. En el tratamiento absoluto que no presentó incidencia de marchitez, la primera cosecha se realizó a los 105 DDT. Mientras que en los tratamientos de gobernadora 2,000 $\mu\text{l l}^{-1}$, quinua 1,000 y 2,000 $\mu\text{l l}^{-1}$, hojásén 500 y 1,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ y yuca 2,000 y 4,000 $\mu\text{l l}^{-1}$, se realizó a los 91 DDT. Los tratamientos de yuca 2,000 $\mu\text{l l}^{-1}$ y hojásén 500 $\mu\text{l l}^{-1}$ son los que tuvieron mayor rendimiento en el primer corte. Las hormonas vegetales están directamente involucradas en las etapas de desarrollo del cultivo de tomate, las giberelinas en aplicación conjunta con el ácido paracloro fenolicofenoxiacético (CPA), son los responsables de la inducción de la precocidad, por lo que se reconoce que los extractos estimularon a la planta de tomate a regular la acción de giberelinas y CPA. Los resultados de las evaluaciones *in vitro*, en plántulas de tomate y en plantas en producción, mostraron que los extractos vegetales de las especies evaluadas tienen atributos para inhibir al patógeno, así como para inhibir o promover el crecimiento. En función de los resultados obtenidos, los extractos que mostraron un comportamiento más estable para inhibir al patógeno e inducir mayor rendimiento en las evaluaciones de plántula y en plantas en producción, fueron en orden de importancia: el extracto de yuca 2,000 $\mu\text{l l}^{-1}$, hojásén 500 $\mu\text{l l}^{-1}$ y gobernadora 1,000 $\mu\text{l l}^{-1}$. Las concentraciones mayores de los extractos de estas tres especies, inhibieron al patógeno pero también disminuyeron el rendimiento. Lo anterior indica la importancia de identificar las concentraciones de los ingredientes activos para determinar la

dosificación mas adecuada en base a efectividad antifúngica y relación beneficio-rendimiento.

CONCLUSIONES

- Los extractos de *L. tridentata* y de *F. cernua* inhibieron *in vitro* a *Fusarium oxysporum*.
- En plántula los extractos de *A. lechuguilla*, de *L. tridentata*, *Y. carnerosana* y *F. cernua* en sus dos concentraciones inhibieron a *F. oxysporum*.
- El extracto de *Y. carnerosana* promovió la mayor altura de tallo en plántula.
- Los extractos de *L. tridentata* incrementaron el ancho de corteza y el diámetro central de tallo así como el diámetro de tallo en plántula.
- Los extractos de *A. lechuguilla*, *L. tridentata* y *Ch. quinoa* incrementaron el diámetro central del tallo de plántula.
- El extracto de *F. cernua* inhibió al 100 % la incidencia de *F. oxysporum* en plántula a baja concentración.
- Los extractos de *Y. carnerosana*, *L. tridentata*, *Ch. quinoa* y *F. cernua* a bajas concentraciones inhibieron a *F. oxysporum* y asimismo promovieron el rendimiento de fruto.
- Altas concentraciones de extractos inhibieron al patógeno pero también afectaron el rendimiento, a excepción de *Ch. quinoa*.
- La aplicación de extractos de *F. cernua* y *Y. carnerosana* ocasionaron precocidad de cosecha de tomate.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la T.A. Ma. Guadalupe Moreno Esquivel, por su apoyo en la obtención de extractos y en las mediciones efectuadas, a la T.A. Edith E. Chaires

Colunga por la obtención de extractos y a la T.A. Ma. de Lourdes Hernández Hdz. por el equipo facilitado.

LITERATURA CITADA

Apodaca, S.M.A., Zavaleta, M.E., García, E.R., Osada, K.S. y Valenzuela, U.J.G. 2002.

Frecuencia de campos infestados con *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* en Sinaloa, México, y su control. *Revista Mexicana de Fitopatología* 20:1-7.

Baraldi, E., Mari, M., Chierici, E., Pondrelli, M., Bertolini, P. and Pratella, G.C. 2003.

Studies on thiabendazole resistance of *Penicillium expansum* of pears: pathogenic fitness and genetic characterization. *Plant Pathology*. 52:362-370.

Bernal, A.A., Zamora, N.J.F., Virgen, C.G. y Nuño, R.R. 2005. Actividad biológica *in vitro* de extractos de *Lupinus* spp. sobre hongos fitopatógenos. *Revista Mexicana de*

Fitopatología 23:140-146.

Brent, K.J. and Hollomon, D.W. 1998. Fungicide resistance: the assessment of risk.

Global crop protection federation. United Kingdom. 50 p.

Burgess, L.W. 1988. Laboratory manual for *Fusarium* research. 2^a ed. Ed. The

University of Sydney Australia. 98 p.

Cachinero, J.M., Hervas, A., Jiménez, D.R.M. and Tena, M. 2002. Plant defence

reactions against fusarium wilt in chickpea induced by incompatible race 0 of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* and *nonhost* isolated of *F. oxysporum*. *Plant Pathology* 51:765-776.

Cook G.W. 1992. Fertilización para rendimientos máximos. Quinta reimpresión.

Editorial Continental, México. 383 p.

Field, B., Ferenc J., and Osbourn, A. 2006. First encounters—deployment of defence-

related natural products by plants. *New Phytologist*. 172:193–207.

- Mert, T.F. 2006. Saponins versus plant fungal pathogens. *Journal of Cell and Molecular Biology* 5:13-17.
- Gamboa, A.R., Hernández, C.F.D., Guerrero, R.E. y Sánchez, A.A. 2003. Inhibición del crecimiento micelial de *Rhizoctonia solani* Kuhn y *Phytophthora infestans* Mont. (De Bary) con extractos vegetales metanólicos de hojaseñ (*Flourensia cernua* DC.), mejorana (*Origanum majorana* L.) y trompetilla [*Bouvardia ternifolia* (Ca.) Schlecht.]. *Revista Mexicana de Fitopatología*. 21:13-18.
- Guerrero, R.E., Solís, G.S., Hernández, C.F.D. Sandoval, L.V. y Jasso, C.D. 2007. Actividad biológica *in vitro* de *Flourensia cernua* en patógenos de post-cosecha *Alternaria alternata* (Fr.:Fr.) Keisl, *Colletotrichum gloesporioides* (Penz), Penz. y Sacc. y *Penicillium digitatum* (Pers.:Fr.) Sacc. *Revista Mexicana de Fitopatología*. 25:48-53.
- Hernández, C.F.D., Carvajal, C.R., Guerrero, E., Sánchez, A., Gallegos, G. y Lira R.H. 2005a. Susceptibilidad a fungicidas de grupos de anastomosis del hongo *Rhizoctonia solani* Kuhn colectados en zonas paperas de Chihuahua, México. *Revista Internacional de Botánica Experimental, Phytton*. p. 259-269.
- Hernández, S.R., Lugo, C.E.C., Diaz, J.L. y Villanueva S. 2005b. Extracción y cuantificación indirecta de saponinas de *Agave lechuguilla* Torr. *Revista Digital Científica y Tecnológica e-Gnosis*. Guadalajara, México. 3(11):1-9.
- Holguin, P.R.J. 2005 Efectividad biológica de versus 7 (extractos de plantas) para el control de *Botrytis cinerea* en tomate en San Quintín, Baja California, México. *Memorias XXXII Congreso Nacional de Fitopatología. VII Congreso internacional de Fitopatología*. Chihuahua, Chihuahua, México. Resumen L-2.

- Jasso de R.D., Rodríguez, G.R. and Sánchez, A. 2004. Quinoa for forage application planning with different densities: dry matter yield, saponins and protein content. In: Joint annual meeting of the Association for the Advancement of Industrial Crops “Industrial crops and uses to diversity agriculture”. Minneapolis, Minnesota, U.S.A. Abstract p. 47.
- Jiménez, D.F., Chef, M.Y.I., Vega, P.A. y Samaniego, G.J.A. 2005. Efectividad de métodos de inoculación de *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* en tomate. Memorias XXXII Congreso Nacional de Fitopatología. VII Congreso internacional de Fitopatología. Chihuahua, Chihuahua, México. Resumen, C-48.
- León, G.H.M. y Arosemena, D.M. 1980. El cultivo del tomate para consumo fresco en el Valle de Culiacán. Edición original. Impreso en México. 183 p.
- Lira, S.H., Gamboa, R. y Villarreal, L.A. 2001. Efecto de cuatro extractos hidrosolubles de *Larrea tridentata* sobre el desarrollo micelial de *Rhizoctonia solani* Kuhn. Memorias XXVIII Congreso Nacional de Fitopatología. Resumen F-57.
- López, B.A., López, B.S.R., Vazquez, B.M.E., y Rodríguez, H.S.A. 2005. Inhibición del crecimiento micelial de *Fusarium oxysporum* Schlechtend. f. sp. *Lycopersici* (Sacc.) Snyder and Hansen, *Rhizoctonia solani* Kuhn, y *Verticillium dahliae* Kleb mediante extractos vegetales acuosos. Revista Mexicana de Fitopatología. 23:183-190.
- Mabry, T.J., Bohnstedt, C.F. and Difeo, D.R. 1981. *Larrea*: a chemical resource. p. 217-235. En: Campos, L.E., Mabry, T.J. y Fernandez T.S. *Larrea*. 2^{da} edición. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México. 411 p.
- Mendoza, Z.C. 1989. Resistencia Bioquímica de las Plantas a Hongos y Bacterias. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Parasitología Agrícola. Chapingo, México. 80 p

- Mendoza, Z.C. 1996. Enfermedades Fungosas de Hortalizas. Primera edición. Universidad Autónoma Chapingo. Imprenta Universitaria de la Universidad Autónoma de Chapingo México. 85 p.
- Mert-Turk. F. 2006. Saponins versus plant fungal pathogens. *Journal of Cell and Molecular Biology* 5: 13-17.
- Osbourn, A. E. 1996. Preformed antimicrobial compounds and plant defense against fungal attack. *The Plant Cell*. 8:1821-1831.
- Primavesi, A. 1988. Manejo Ecológico de Pragas e Doencas: Técnicas Alternativas para a producao agropecuaria e defesa do medio ambiente. Sao Paulo. Nobel. ISB. 85-213-0546-X.
- Rodríguez, D.A y Sanabria, M.E. 2005. Efecto del extracto de tres plantas silvestres sobre la rizoctoniasis, la mancha sureña del maíz y los patógenos que las causan. *Interciencia Revista de Ciencia y Tecnología de América*. 30(12):739-744.
- Rodríguez, D.E. 2004. Problemática en el manejo del fertirriego. Seminario Internacional de Fertirriego. VI Congreso Iberoamericano para el desarrollo de plásticos en la agricultura (CIDAPA). Editores: Acuña, C.J.F., Medina, P.J.A., Guzmán, P.M. y Flórez, R.V.J. Colombia. p. 10-39.
- Rojas, G. M. y Ramírez, H. 1993. Control Hormonal del Desarrollo de las Plantas. 2^{da} edición, Ed. Limusa. México. 263 p.
- Roman, A.A. 1980. Los usos de las especies de *Yucca* existentes en el desierto Chihuahuense. p.173-183 En: Centro de Investigación en Química Aplicada. Comisión Nacional de las Zonas Aridas. *Yucca*. Volumen 3. Centro de Investigación en Química Aplicada. México. 330 p.

- SAS Institute, Inc. 1996. SAS/STAT Software: Changes and enhancements through release 6.12. SAS Inst., Cary, NC.
- Sepúlveda, J.G., Porta, D.H. y Rocha, S.M. 2003. La participación de los metabolitos secundarios en la defensa de las plantas. *Revista Mexicana de Fitopatología*. 21:355-363
- Solís, G.S. 2002. Efecto del extracto vegetal de *Heliopsis longipes* sobre hongos fitopatógenos e índices de crecimiento del cultivo de papa. Tesis Maestría Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 44 p.
- Solís G.S., Galván, C.A., Hernández, C.F.D., Guerrero, R.E. y Jasso, C.D.J. 2005. Actividad biológica de extractos de Hojasén (*Flourensia cernua*) sobre los patógenos del suelo *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani* y *Phytophthora capsici*. Memorias XXXII Congreso Nacional de Fitopatología. VII Congreso internacional de Fitopatología. Chihuahua, Chihuahua, México. Resumen, C-43.
- Soliz, G.J.B. 2002. Producción de materia seca y concentración de proteínas y saponinas en quinua (*Chenopodium quinoa* W.) para aplicación forrajera, bajo diferentes déficit de humedad en el suelo y ambiente. Tesis Doctorado en Ciencias Agrícolas area: Sistemas de Producción. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 110 p.
- Tellez, M.E., Fredrickson, R.E., Powell, J.W. Schrader, K.D. and Kobaisy, M. 2001. Extract of *Flourensia cernua* (L): Volatile constituents and antifungal, antialgal and antitermite bioactivities. *Journal Chem. Ecol.* 27 (11): 2263-73.
- Tello, J., Vares, F., Lacasa, A. 1991. Análisis de muestras. p. 39-72. En: Tello, J., Lacasa, A., Vares, F., Andres, M., Arias, M., Bello, A., Borrueal, M., Fisac, R., Lopez, M., Nombela, G., Noval, C., Rey, J., Valdeolivas, A. 1991. Manual de

- Laboratorio Diagnostico de Hongos Bacterias y Nematodos Fitopatógenos. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Madrid. 483 p.
- Valadez, L.A. 1997. Producción de Hortalizas. Editorial Limusa S.A de C.V. Sexta reimpresión. México. 298 p.
- Vivanco, M.J., Cosio, E., Loyola-Vargas V.M. y Flores, H.E. 2005. Mecanismos químicos de defensa en las plantas. Revista Investigación y Ciencia. Febrero:68-74.
- Whalen, M.M., Wilson, S., Gleghom, C. and Loganathan, B.G.. 2003. Brief exposure to triphenyltin produces irreversible inhibition of the cytotoxic function of human natural killer cells. Environmental Research. 92:213-220.
- Zamora, N.J.F., Bernal, A.A., Ruiz, L.M., Soto, H.M., Escalante, E.A. y Vibrans, L.H. 2005. Perfil de alcaloides de semillas de *Lupinus exaltatus* Zucc. (Favaceae) y la evaluación antifúngica del extracto alcaloideo y lupanina contra fitopatógenos. Revista Mexicana de Fitopatología 23:124-129

Cuadro 1. Comparación de medias del porcentaje de inhibición *in vitro* del crecimiento micelial de *Fusarium oxysporum* en dos periodos de incubación con extractos etanólicos de *A. lechuguilla* (lechuguilla), *L. tridentata* (gobernadora), *Ch. quinoa* (quinua), *F. cernua* (hojasén) y *Y. carnerosana* (yuca) a dos concentraciones y los testigos.

Tratamientos ($\mu\text{l l}^{-1}$)	48 h ^z	96 h
Testigo	0.00 de ^y	0.00 e
TC (Benomilo 500)	100.00 a	100.00 a
TC (Benomilo 1000)	100.00 a	100.00 a
Lechuguilla 2000	-32.25 f	-15.00 f
Lechuguilla 4000	-36.25 f	-10.00 f
Gobernadora 1000	100.00 a	100.00 a
Gobernadora 2000	100.00 a	100.00 a
Quinoa 1000	-18.25 ef	1.66 e
Quinoa 2000	-0.75 de	1.33 e
Hojasén 500	54.00 b	73.33 b
Hojasén 1000	60.00 b	78.00 b
Yuca 2000	18.75 cd	9.66 d
Yuca 4000	26.00 c	18.33 c

^zHoras

^yValores con letras iguales en la misma columna no presentan diferencia estadística ($p \leq 0.01$). DMS Diferencia mínima significativa.

Cuadro 2. Comparación de medias de diámetro y altura de plántulas de tomate a los 25 y 45 DDS, tratadas con extractos etanólicos de *A. lechuguilla* (lechuguilla), *L. tridentata* (gobernadora), *Ch. quinoa* (quinua), *F. cernua* (hojasén) y *Y. carnerosana* (yuca) a dos concentraciones y los testigos.

Tratamientos ($\mu\text{l l}^{-1}$)	Diámetro				Altura			
	25 DDS ^z	% ^x	45 DDS	%	25 DDS	% ^x	45 DDS	%
Testigo inoculado	1.86 a ^y	8.14	1.96 de	-7.55	4.54 c	1.34	6.04 abcd	-3.82
Testigo absoluto	1.72 a	0.00	2.12 bcd	0.00	4.48 c	0.00	6.28 abcd	0.00
TC (Benomilo 1000)	2.00 a	16.28	2.14 abcd	0.94	5.62 a	25.45	6.70 ab	6.69
Lechuguilla 2000	1.88 a	9.30	1.86 e	-12.2	4.70 bc	4.91	6.18 abcd	-1.59
Lechuguilla 4000	1.98 a	15.12	2.21 abc	4.25	5.62 a	25.45	6.48 abc	3.18
Gobernadora 1000	2.06 a	19.77	2.18 abc	2.83	5.66 a	26.34	6.28 abcd	0.00
Gobernadora 2000	2.08 a	20.93	2.37 a	11.79	5.08 abc	13.39	5.88 abcd	-6.37
Quinoa 1000	1.86 a	8.14	2.25 ab	6.13	4.36 c	-2.68	5.38 cd	-14.33
Quinoa 2000	2.08 a	20.93	2.11 bcd	-0.47	4.84 abc	8.04	5.36 cd	-14.65
Hojasén 500	1.90 a	10.47	2.02 cde	-4.72	4.54 c	1.34	5.78 bcd	-7.96
Hojasén 1000	1.96 a	13.95	2.11 bcd	-0.47	4.42 c	-1.34	5.16 d	-17.83
Yuca 2000	1.72 a	0.00	2.13 bcd	0.47	5.46 ab	21.88	7.0 a	11.46
Yuca 4000	1.88 a	9.30	2.16 abcd	1.89	4.96 abc	10.71	6.78 ab	7.96

^zDías después de la siembra.

^yValores con letras iguales en la misma columna no presentan diferencia estadística ($p \leq 0.05$). DMS Diferencia mínima significativa.

^xPorcentaje de incremento o disminución de diámetro y altura, con respecto al testigo absoluto.

Cuadro 3. Comparación de medias de ancho de corteza de tallos y diámetro central de tallos de plántulas de tomate a los 45 DDS, tratadas con etanólicos de *A. lechuguilla* (lechuguilla), *L. tridentata* (gobernadora), *Ch. quinoa* (quinua), *F. cernua* (hojasén) y *Y. carnerosana* (yuca) a dos concentraciones y los testigos.

Tratamientos ($\mu\text{l l}^{-1}$)	Ancho de corteza de tallos		Diámetro central de tallos	
	45 DDS ^z	%	45 DDS	%
Testigo inoculado	0.194 bc ^y	7.18	0.626 cd	-21.95
Testigo absoluto	0.181 bc	0.00	0.802 abc	0.00
TC (Benomilo 1000)	0.225 ab	24.31	0.764 abc	-4.74
Lechuguilla 2000	0.214 b	18.23	0.513 d	-36.03
Lechuguilla 4000	0.108 de	-40.33	0.945 a	17.83
Gobernadora 1000	0.271 a	49.72	0.729 bc	-9.10
Gobernadora 2000	0.200 b	10.50	0.958 a	19.45
Quinoa 1000	0.145 cd	-19.89	0.956 a	19.20
Quinoa 2000	0.087 e	-51.93	0.870 ab	8.48
Hojasén 500	0.182 bc	0.55	0.668 bcd	-16.71
Hojasén 1000	0.123 de	-32.04	0.829 abc	3.37
Yuca 2000	0.179 bc	-1.10	0.796 abc	-0.75
Yuca 4000	0.145 cd	-19.89	0.844 ab	5.24

^z Días después de la siembra.

^y Valores con letras iguales en la misma columna no presentan diferencia estadística ($p \leq 0.05$). DMS. Diferencia mínima significativa.

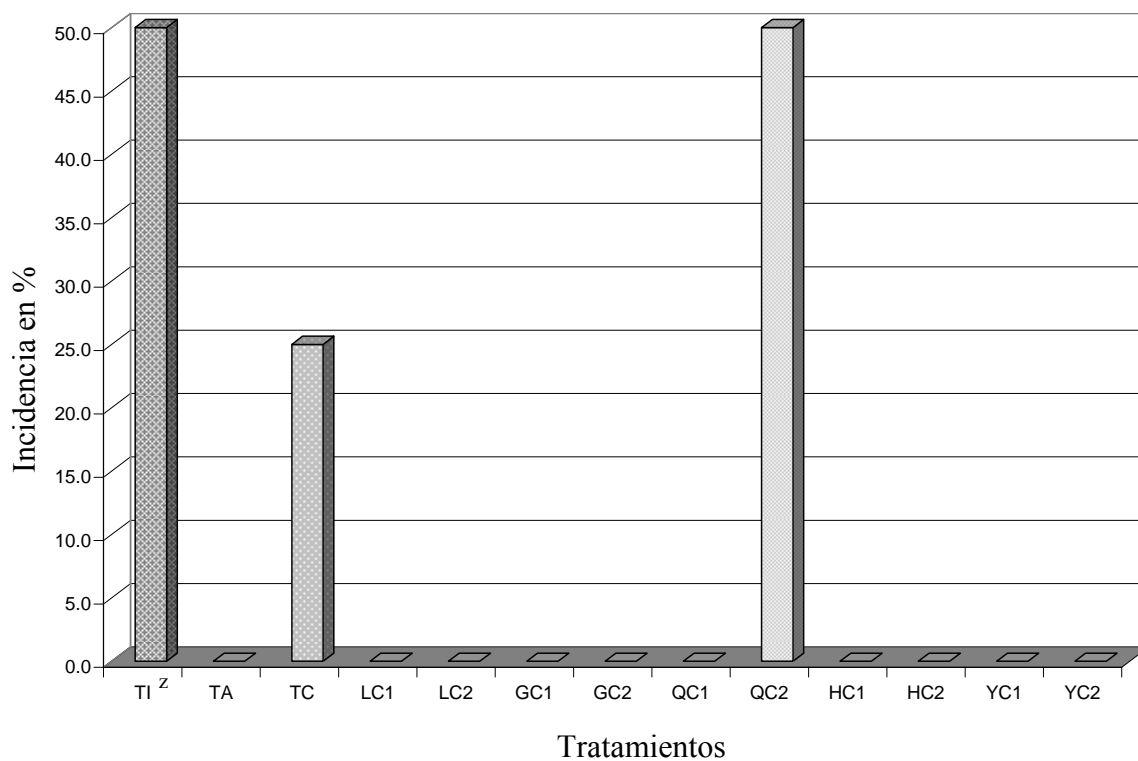
^x Porcentaje de incremento o disminución de corteza y diámetro de tallos, con respecto al testigo absoluto.

Cuadro 4. Rendimiento de tomate a cuatro fechas de corte y rendimiento total, por efecto de extractos etanólicos de *A. lechuguilla* (lechuguilla), *L. tridentata* (gobernadora), *Ch. quinoa* (quinua), *F. cernua* (hojasén) y *Y. carnerosana* (yuca) a dos concentraciones y los testigos.

^x Porcentaje de incremento o disminución de rendimiento con respecto al testigo absoluto.

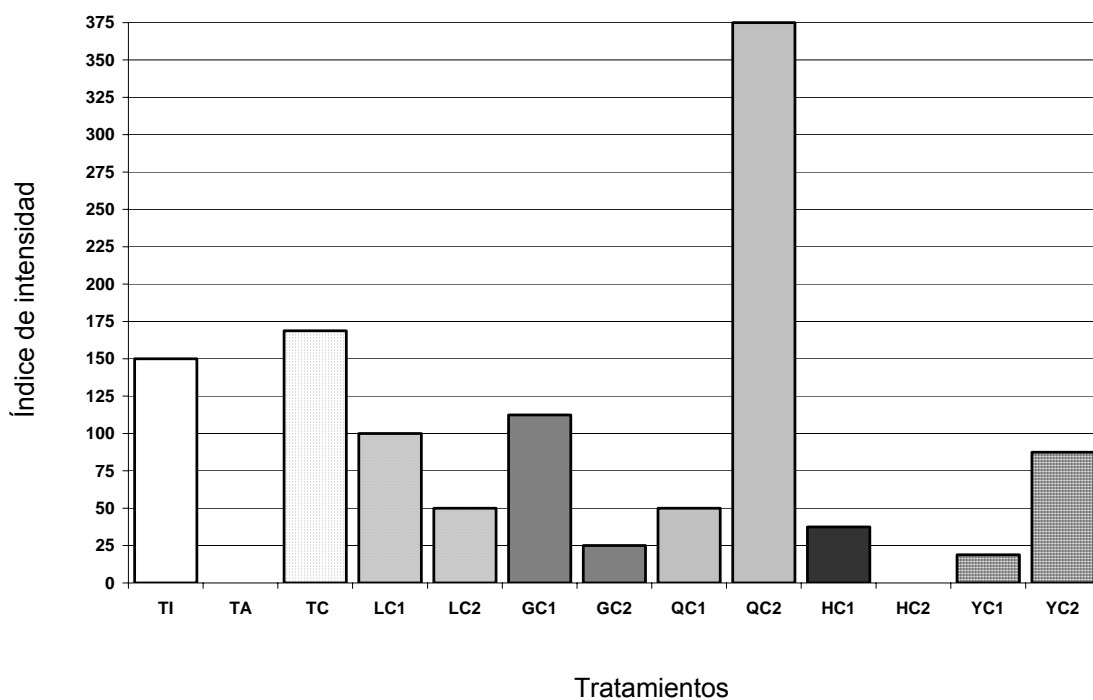
^y $P \leq 0.01$ Valores con la misma letra son estadísticamente iguales.

Tratamientos ($\mu\text{l l}^{-1}$)	91 DDT (g)	106 DDT (g)	113 DDT (g)	143 DDT(g)	Total (g)	% ^x	DMS ^y
Testigo inoculado	0.00	112.00	49.33	183.15	344.48	-8.05	bcde
Testigo absoluto	0.00	32.67	95.22	246.74	374.63	0.00	bcd
TC (Benomilo 1000)	0.00	0.00	74.67	165.87	240.54	-35.79	def
Lechuguilla 2000	0.00	0.00	170.33	119.18	289.51	-22.72	cdef
Lechuguilla 4000	14.00	30.00	174.67	224.34	443.01	18.25	abc
Gobernadora 1000	4.64	0.00	269.67	189.99	464.30	23.94	abc
Gobernadora 2000	37.67	0.00	40.00	95.15	172.82	-53.87	ef
Quinoa 1000	57.24	17.00	84.67	246.19	405.10	8.13	bcd
Quinoa 2000	37.00	0.00	23.67	87.86	148.53	-60.35	f
Hojasén 500	112.76	40.33	211.67	142.90	507.66	35.51	ab
Hojasén 1000	19.00	0.00	0.00	112.10	131.10	-65.01	f
Yuca 2000	96.73	165.67	145.00	228.74	636.14	69.80	a
Yuca 4000	66.52	17.00	0.00	92.75	176.28	-52.95	ef



^Z Tratamientos: TI = Testigo inoculado; TA = Testigo absoluto; TC = Benomilo 1000 µl l⁻¹; LC1 = Lechuguilla a 2000 µl l⁻¹; LC2 = Lechuguilla a 4000 µl l⁻¹; GC1 = Gobernadora a 1000 µl l⁻¹; GC2 = Gobernadora a 2000 µl l⁻¹; QC1 = Quinoa a 1000 µl l⁻¹; QC2 = Quinoa a 2000 µl l⁻¹; HC1 = Hojasén a 500 µl l⁻¹; HC2 = Hojasén a 1000 µl l⁻¹; YC1 = Yuca a 2000 µl l⁻¹; YC2 = Yuca a 4000 µl l⁻¹.

Fig. 1. Incidencia de *Fusarium oxysporum* en plántulas de tomate tratadas con cinco extractos vegetales en dos dosis y los testigos a 45 DDS.



^Z Tratamientos: TI = Testigo inoculado; TA = Testigo absoluto; TC = Testigo comercial Benomilo 1000 $\mu\text{l l}^{-1}$; LC1 = Lechuguilla a 2000 $\mu\text{l l}^{-1}$; LC2 = Lechuguilla a 4000 $\mu\text{l l}^{-1}$; GC1 = Gobernadora a 1000 $\mu\text{l l}^{-1}$; GC2 = Gobernadora a 2000 $\mu\text{l l}^{-1}$; QC1 = Quinoa a 1000 $\mu\text{l l}^{-1}$; QC2 = Quinoa a 2000 $\mu\text{l l}^{-1}$; HC1 = Hojasén a 500 $\mu\text{l l}^{-1}$; HC2 = Hojasén a 1000 $\mu\text{l l}^{-1}$; YC1 = Yuca a 2000 $\mu\text{l l}^{-1}$; YC2 = Yuca a 4000 $\mu\text{l l}^{-1}$.

Fig. 2. Efecto de cinco extractos vegetales a dos concentraciones sobre índice de intensidad de marchitez vascular en tomate por *Fusarium oxysporum* a 150 DDT.

CONCLUSIONES

- Los extractos de *L. tridentata* y de *F. cernua* inhibieron *in vitro* a *Fusarium oxysporum*.
- En plántula los extractos de *A. lechuguilla*, de *L. tridentata*, *Y. carnerosana* y *F. cernua* en sus dos concentraciones inhibieron a *F. oxysporum*.
- El extracto de *Y. carnerosana* promovió la mayor altura de tallo en plántula.
- Los extractos de *L. tridentata* incrementaron el ancho de corteza y el diámetro central de tallo así como el diámetro de tallo en plántula.
- Los extractos de *A. lechuguilla*, *L. tridentata* y *Ch. quinoa* incrementaron el diámetro central del tallo de plántula.
- El extracto de *F. cernua* inhibió al 100 % la incidencia de *F. oxysporum* en plántula a baja concentración.
- Los extractos de *Y. carnerosana*, *L. tridentata*, *Ch. quinoa* y *F. cernua* a bajas concentraciones inhibieron a *F. oxysporum* y asimismo promovieron el rendimiento de fruto.
- Altas concentraciones de extractos inhibieron al patógeno pero también afectaron el rendimiento, a excepción de *Ch. quinoa*.
- La aplicación de extractos de *F. cernua* y *Y. carnerosana* ocasionaron precocidad de cosecha de tomate.

LITERATURA CITADA

- Agrios, G.N. 2001 Fitopatología. Ed. Noriega. México. 838 p.
- Baraldi, E., Mari, M., Chierici, E., Pondrelli, M., Bertolini, P. and Pratella, G.C. 2003. Studies on thiabendazole resistance of *Penicillium expansum* of pears: pathogenic fitness and genetic characterization. *Plant Pathology*. 52:362-370.
- Bernal, A.A., Zamora, N.J.F., Virgen, C.G. y Nuño, R.R. 2005. Actividad Biológica *in vitro* de Extractos de *Lupinus* spp. sobre Hongos Fitopatógenos *Revista Mexicana de Fitopatología* 23:140-146.
- Blunden, G., Carabot, C. y Cripps, .A.L. 1980. Ruizgenin, a new steroidal sapogenin diol from *Agave lechuguilla*. *Steroids*. 35(5): 503-510.
- Brent, K.J. and Hollomon, D.W. 1998. Fungicide resistance: the assessment of risk. Global crop protection federation. United Kingdom. 50 p.
- Carrillo, F.J.A., Montoya, R.T.J., García, E.R.S., Cruz, O.J.E., Márquez, Z.I. y Sañudo, B.A.J. 2003. Razas de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopercisi* Snyder y Hansen, en Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en el Valle de Culiacán, Sinaloa, México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 21:123-127.
- Castro, R. M. 1985. Evaluación de *Flourensia cernua* sobre hongos causantes del damping off. Tesis de licenciatura Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Cavazos, C.O.E. 1984. Control químico de *Flourensia cernua* DC. En pastizal mediano abierto. Tesis de maestría. Especialidad de manejo de pastizales Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México. 121 p.

- Cook G.W. 1992. Fertilización para rendimientos máximos. Quinta reimpresión. Editorial Continental, México. 383 p.
- Díaz, S.H. 1985. Control de hojásén (*Flourensia cernua* DC.) con diferentes diseños de riel en el norte de Zacatecas. México. Tesis de maestría con especialidad de manejo de pastizales. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México. 113 p.
- Fernández, S., Hurtado, L.M., and Hernández, F., 1979. Fungicidal components of creosote bush resin. In: Advances in Pesticide Science (ed. H. Geissbühler). Pergamon Press Oxford and New York. p. 351-355.
- Galván, C.A., Jasso, C.D., Guerrero, R.E., Hernández, C.D. y Ventura, L.O. 2007. Extracto de plantas del semidesierto contra hongos de postcosecha. Congreso Latinoamericano y del Caribe de Fitopatología. Resumen 135.
- Gamboa, A. R. 2002. Efectividad biológica de plantas de semidesierto sobre el crecimiento micelial de *Rhizoctonia solani* y *Phytophthora infestans*. Tesis maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coah. Mex. 56 p.
- Gamboa, A.R., Hernández, C.F.D., Guerrero, R.E. y Sánchez, A.A. 2003. Inhibición del crecimiento micelial de *Rhizoctonia solani* Kuhn y *Phytophthora infestans* Mont. (De Bary) con extractos vegetales metanólicos de hojásén (*Flourensia cernua* DC.), mejorana (*Origanum majorana* L.) y trompetilla [*Bouvardia ternifolia* (Ca.) Schlecht.]. Revista Mexicana de Fitopatología. 21:13-18.
- Grainage, M. y Ahmed, S. 1988. Handbook of plants with pest control properties. Wiley-Interscience, New York.
- Granados S., D. 1999 Los agaves en México. Universidad Autónoma de Chapingo, México.

- Hernández, S.R., Lugo, C.E.C., Diaz, J.L. y Villanueva S. 2005. Extracción y cuantificación indirecta de saponinas de *Agave lechuguilla* Torr. Revista Digital Científica y Tecnológica e-Gnosis. Guadalajara, México. 3(11):1-9.
- Holguin, P.R.J. 2005 Efectividad biológica de versus 7 (extractos de plantas) para el control de *Botrytis cinerea* en tomate en San Quintín, Baja California, México. Memorias XXXII Congreso Nacional de Fitopatología. VII Congreso internacional de Fitopatología. Chihuahua, Chihuahua, México. Resumen, L-2.
- Jasso de R.D., Rodríguez, G.R., and Sánchez, A. 2004. Quinoa for forage application planning with different densities: dry matter yield, saponins and protein content. In: Joint annual meeting of the association for the advancement of industrial crops “Industrial crops and uses to diversity agriculture”. Minneapolis, Minnesota, USA. p 47-47.
- Lagunes A., Arenas C., y Rodríguez C. 1984. Extractos acuosos y polvos vegetales con propiedades insecticidas. CONACYT. Colegio de Postgraduados, México.
- Layne, G.J.A. y Méndez, N.J.R. 2006. Efectos de extractos acuosos del follaje del corocillo (*Cyperus rotundus* L.) sobre la germinación de semillas y el crecimiento de plántulas de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) cv. Arapatol S-15. IDESIA Chile. 24:61-65.
- León, G.H.M. y Arosemena, D.M. 1980. El cultivo del tomate en el valle de Culiacán para consumo fresco. Edición original. Imprenta imprime Jal, S.A. de Guadalajara. México. 183 p.

- Lira, S.H., Gamboa, R. y Villarreal, L.A. 2001. Efecto de cuatro extractos hidrosolubles de *Larrea tridentata* sobre el desarrollo micelial de *Rhizoctonia solani* Kuhn. Memorias XXVIII Congreso Nacional de Fitopatología, Resumen, F-57.
- López, B.A., López, B.S.R., Vázquez, B.M.E., Rodríguez, H.S.A, Mariano Mendoza, E.M. y Padrón, C.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 Acuosa. Revista Mexicana de Fitopatología. 23:183-190.
- López E. R. y Sánchez, A. A. 1988. Evaluación de extractos de crucíferas sobre el crecimiento micelial de *Rhizoctonia solani in vitro*. Memorias de XV Congreso Nacional de Fitopatología. Xalapa, Veracruz, México. p 107.
- Mabry, T.J., Bohnstedt, C.F. and Difeo, D.R. 1981. *Larrea*: a chemical resource. p. 217-235. En: Campos, L.E., Mabry, T.J. y Fernandez T.S. *Larrea*. 2^{da} edición. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México. 411 p.
- Mata, R., Linares, E., Macías, M.R., Pérez, O. y Timmermann, B.N. 2003. Phytotoxic compound of *Flourensia cernua*. Phytochemistry 64 (1): 285-91.
- Matuda, E. y Piña, L. I. 1980. Las plantas mexicanas del género *Yucca*. 1^a. Ed. Editorial Libros de México S.A. Distrito Federal, México. 145 p.
- Mendoza, Z.C. 1989. Resistencia Bioquímica de las Plantas a Hongos y Bacterias. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Parasitología Agrícola. Chapingo, México. 80 p
- Mendoza, Z.C. 1996. Enfermedades Fungosas de Hortalizas. Primera edición. Universidad Autónoma Chapingo. Imprenta Universitaria de la Universidad Autónoma de Chapingo México. 85 p.

- Messiaen, C.M., Blancard, D., Rouxel, F. y Lafon, R. 1995. Enfermedades de las Hortalizas. Tercera edición. Ediciones mundi-prensa, Impreso en España. Madrid. 576 p.
- Pope, D.F, y Thompson, A.C. 1984. Biological activity of plant exudates and extracts. In: American Chemical Society National Meeting. Proceedigns. Washington p.187
- Primavesi, A. 1988. Manejo Ecológico de Pragas e Doencas: Técnicas Alternativas para a producao agropecuaria e defesa do medio ambiente. Sao Paulo. Nobel. ISB. 85-213-0546-X
- Rodríguez, H.C. 2000 Propiedades plaguicidas del epazote *Teloxys ambrosioides* (Chenopodiaceae). Memorias XXXV Congreso Nacional de Entomología. Acapulco, Guerrero. Resumen, p. 832-834.
- Rodríguez, D.E. 2004. Problemática en el manejo del fertirriego. Seminario Internacional De Fertirriego. Ed. Acuña, C.J.F., Medina, P.J.A., Guzmán, P.M. y Flórez, R.V.J. Colombia. p. 10-39.
- Rodríguez, D.A y Sanabria, M.E. 2005. Efecto del extracto de tres plantas silvestres sobre la rizoctoniasis, la mancha sureña del maíz y los patógenos que las causan. *INCI*. 30(12):739-744.
- Rojas, G. M. y Ramírez, H. 1993. Control Hormonal del Desarrollo de las Plantas. 2^{da} edición, Ed. Limusa. México. 263 p.
- Roman, A.A. 1980. Los usos de las especies de *Yucca* existentes en el desierto Chihuahuense. p.173-183. En: Centro de Investigación en Química Aplicada. Comisión Nacional de las Zonas Aridas. *Yucca*. Volumen 3. Centro de Investigación en Química Aplicada. México. 330 p.

- Salazar H. F. J. García, E. R. y Tlapal, B. B. 1991. Efecto de la incorporación de residuos secos de las plantas de gobernadora (*Larrea tridentata*) y epazote (*Chenopodium ambrosoides*) en suelos infestados con *Pythium aphanidermatum* y *Rhizoctonia solani*, en la germinación y crecimiento de plantas de frijol. Revista mexicana de Fitopatología 9: 102-104.
- Sandoval, L.V. 2005. Actividad antifúngica de extractos de hojásén (*Flourensia cernua* DC.) sobre *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler, *Colletotrichum gloeosporoides* Penz. y Saccardo, *Penicillium digitatum* Saccardo. Tesis licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. 47 p.
- Solís, G.S. 2002. Efecto del extracto vegetal de *Heliopsis longipes* sobre hongos fitopatógenos e índices de crecimiento del cultivo de papa. Tesis Maestría Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 44 p.
- Solís G.S., Galván, C.A., Hernández, C.F.D., Guerrero, R.E. y Jasso, C.D.J. 2005. Actividad biológica de extractos de Hojásén (*Flourensia cernua*) sobre los patógenos del suelo *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani* y *Phytophthora capsici*. Memorias XXXII Congreso Nacional de Fitopatología. VII Congreso internacional de Fitopatología. Chihuahua, Chihuahua, México. Resumen, C-43.
- Soliz, G.J.B. 2002. Producción de materia seca y concentración de proteínas y saponinas en quinua (*Chenopodium quinoa* W.) para aplicación forrajera, bajo diferentes déficit de humedad en el suelo y ambiente. Tesis doctorado en ciencias agrícolas área: sistemas de producción. p. 110.

- Tapia, M. 1985. Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. FAO. Oficina regional para la América Latina y el Caribe.
- Tellez, M.E., Fredrickson, R.E., Powell, J.W. Schrader, K.D., y Kobaisy, M. 2001. Extract of *Flourensia cernua* (L): Volatile constituents and antifungal, antialgal and antitermite bioactivities. *Journal Chem Ecol.* 27 (11): 2263-73.
- Valadez, L.A. 1997. Producción de Hortalizas Editorial Limusa S.A de C.V. Sexta reimpresión. México. 298 p.
- Vines, R.A. 1974. Trees, shrubs and woody vines of the soothwest. University of Texas. Press. United States of America. 1104 p.
- Vivanco, M.J., Cosio, E., Loyola-Vargas V.M. y Flores, H.E. 2005. Mecanismos químicos de defensa en las plantas. *Investigación y Ciencia*, p. 68-74.
- Whalen, M.M., Wilson, S., Gleghom, C. and Loganathan, B.G.. 2003. Brief exposure to triphenyltin produces irreversible inhibition of the cytotoxic function of human natural killer cells. *Environmental Research.* 92:213-220.
- Zamora, N.J.F., Bernal, B.A., Ruiz, L.M, Marcos Soto, H.S., Escalante, E.A. y Vibrans, L.H. 2006. Perfil de Alcaloides de Semillas de *Lupinus exaltatus* Zucc. (Fabaceae) y la Evaluación Antifúngica del Extracto Alcaloideo y Lupanina contra Fitopatógenos *Revista Mexicana de Fitopatología.* 24:124-129.